This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

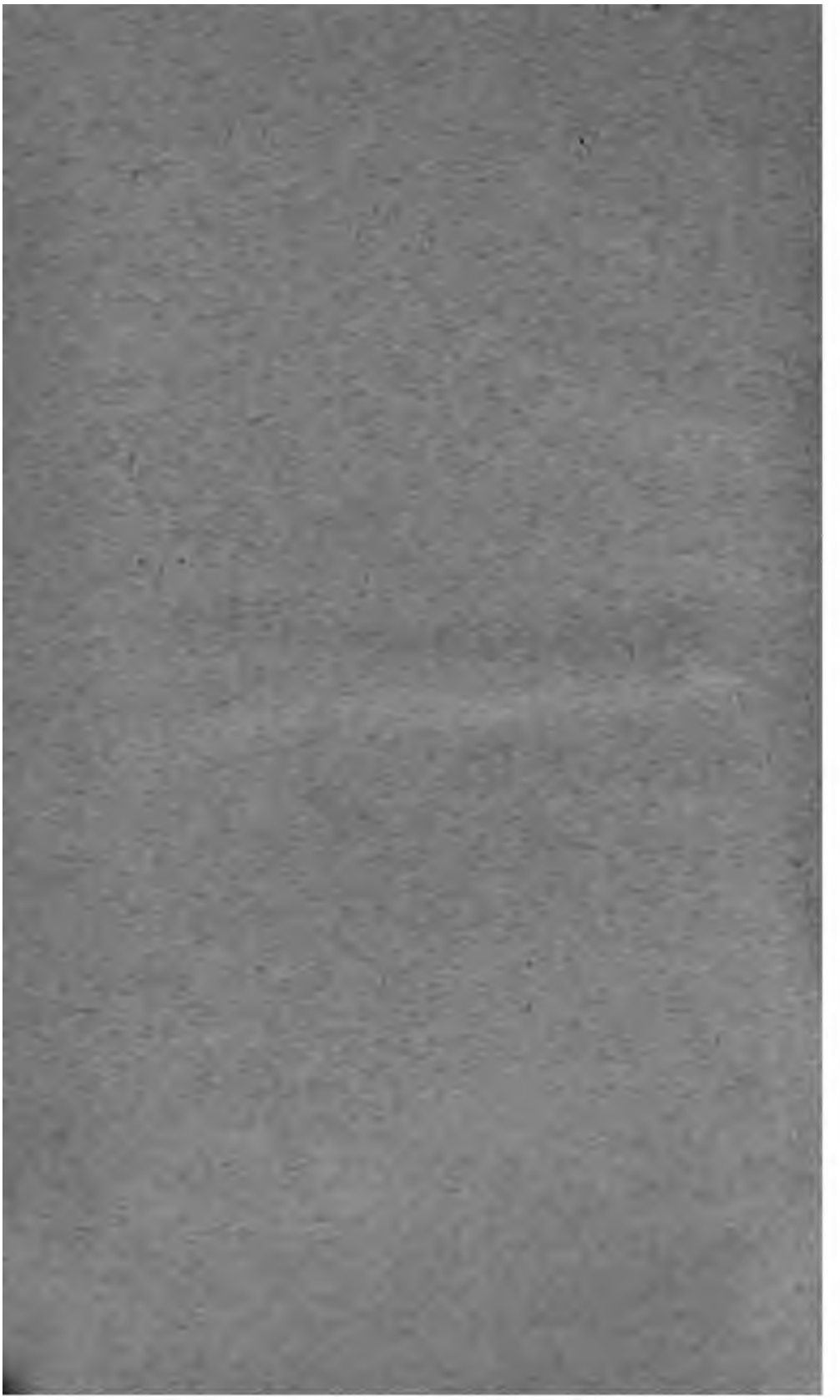
Über Google Buchsuche

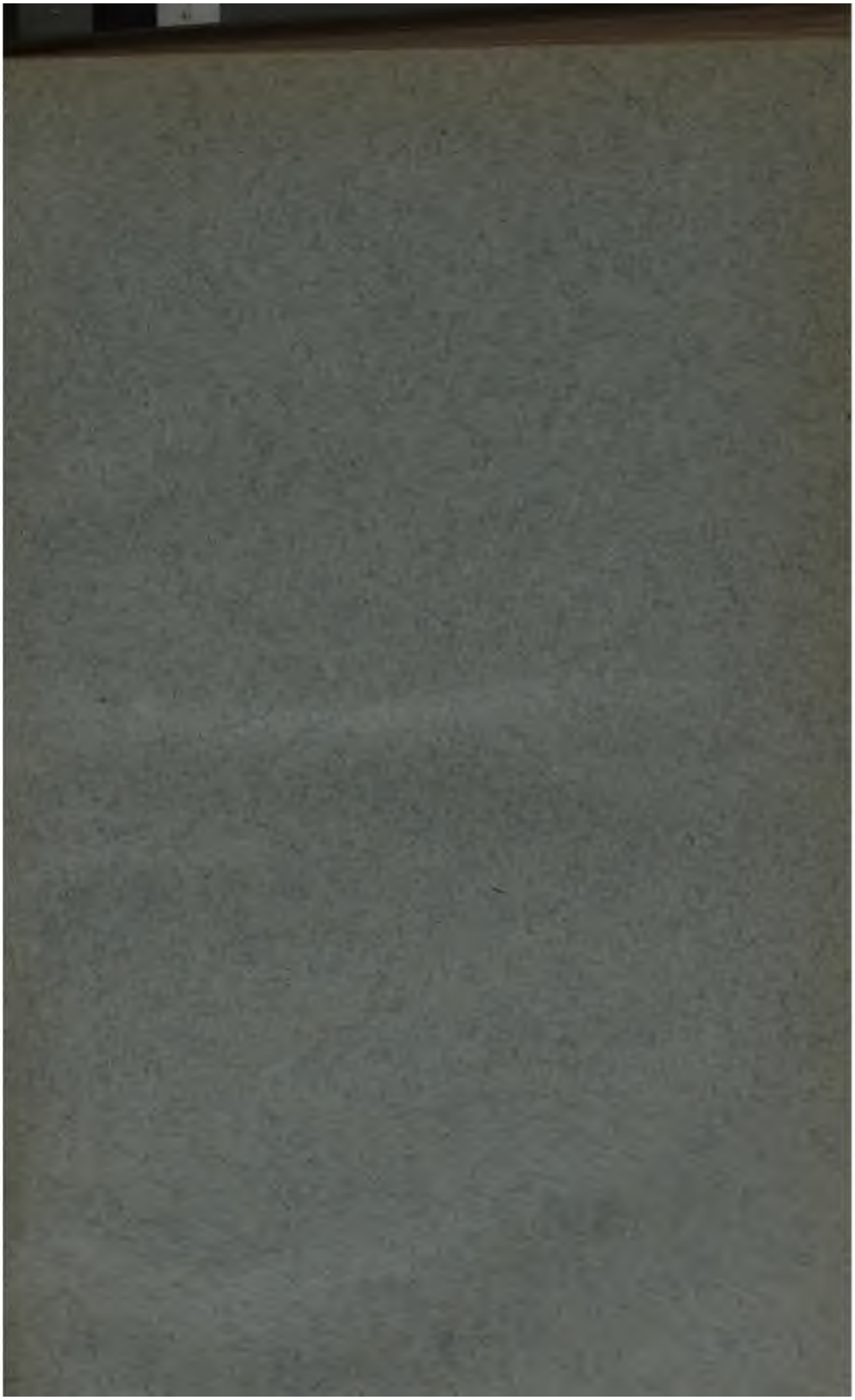
Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

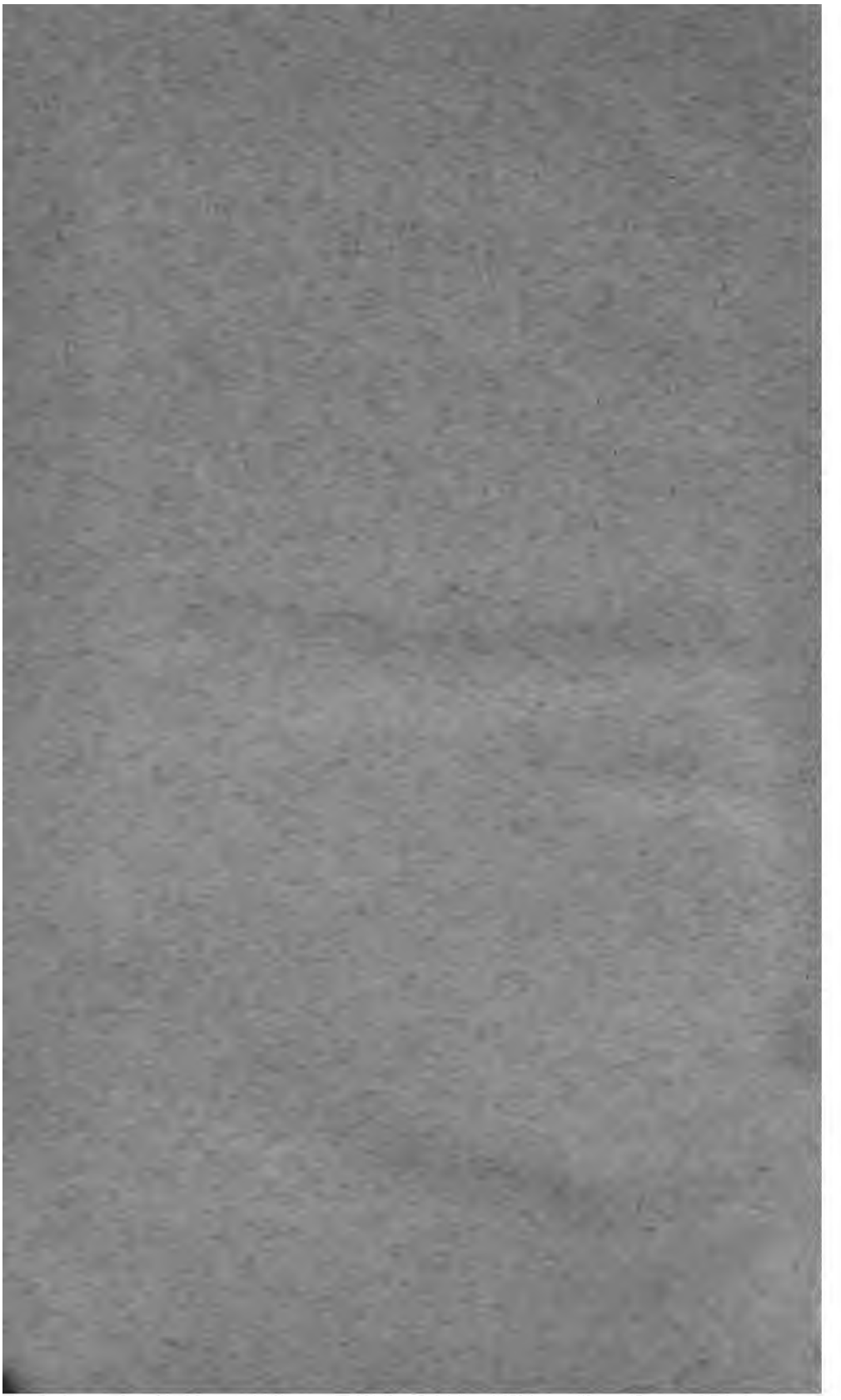
B 1,064,776

1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

G
6
.Z







Vierteljahrsschrift

der

Naturforschenden Gesellschaft

in

Zürich.

Unter Mitwirkung der Herren

Prof. Dr. A. HEIM und Prof. Dr. A. LANG

herausgegeben

von

Dr. **FERDINAND RUDIO,**

Professor am Eidgenössischen Polytechnikum.

Dreiundvierzigster Jahrgang. 1898.

Mit acht Tafeln.

Zürich,

in Kommisson bei **Füsi & Beer** in **Zürich,**

sowie (für Deutschland und Oesterreich)

bei **J. F. Lehmann,** medizinische Buchhandlung in **München.**

1898.

Gründungsjahr der Gesellschaft
1746.

Inhalt.

E. Bamberger und **M. Baum**. Ueber die Naphtalendiazooxyde $C_{10}H_6\langle{}^{N_2}_{O}\rangle$ 327

J. Erb. Ein Vorkommen von Fuchsit (Chrom-Glimmer) in den Schweizer-Alpen 276

H. Fischer-Sigwart. Biologische Beobachtungen an unsern Amphibien II. Der Laubfrosch. Hiezu Tafel 8 279

C. F. Geiser. Zur Theorie der tripelorthogonalen Flächensysteme . 317

A. Heim. Geologische Nachlese. Nr. 8. Die Bodenbewegungen von Campo im Maggiathale, Kanton Tessin. Hiezu Tafel 1 . . 1

— Geologische Nachlese. Nr. 9. Querprofil durch den Central-Kaukasus, längs der crusinischen Heerstrasse, verglichen mit den Alpen. Hiezu Tafel 2 25

A. Lang. Laurentius Oken, der erste Rektor der Zürcher Hochschule 109

C. Mayer-Eymar. Neue Echiniden aus den Nummulitengebilden Egyptens. Hiezu Tafel 3—6 46

F. Rudio. Ueber die Principien der Variationsrechnung und die geodätischen Linien des n-dimensionalen Rotationsellipsoides . . 340

C. Schröter. Ueber die Vielgestaltigkeit der Fichte 125

H. Wild. Verbesserung des Polaristrobometers. Hiezu Tafel 7 . . 57

— Ueber die Bestimmung der erdmagnetischen Inklination und ihrer Variationen 253

A. Wolfer. Astronomische Mitteilungen, gegründet von Dr. Rudolf Wolf, Nr. LXXXIX 81

A. Werner. Sitzungsberichte von 1898 354

H. Schinz. Bibliotheksbericht von 1898 363

215893

Geologische Nachlese.

Von

Albert Heim.

Nr. 8.

Die Bodenbewegungen von Campo im Maggiathale, Kanton Tessin.

1. Geschichtliches.

Bei 1300 m Meerhöhe liegt auf einer herrlichen, weiten, gegen die Sonne geneigten Terrasse im Val di Campo, einem westlichen Seitenthale des Valle Maggia, das Dorf Campo. Es besteht aus mehreren zerstreuten Häusergruppen, darunter grosse Villenbauten, ein grosses Gemeindehaus, Kirche, Kapelle etc. Alte Inschriften beweisen, dass schon im Jahre 985 in diesem herrlichen Terrassengebiete des Thales hohe Herrschaften Zuflucht suchten und Landhäuser bauten. Im Jahre 1780 muss ein Naturereignis in Campo Schrecken verbreitet haben. Viele meinen, es sei ein Erdbeben gewesen, andere ein Felsabsturz vom Bombogno. Es wurden infolge davon Prozessionen veranstaltet. 1818 waren sicher noch keine Erosionsangriffe an der Rovana, keine rutschenden Bewegungen, der Boden war gesund, alles war Weide und Wald, der kahle Fels oder Schutt trat weit herum im Gebiete des Dorfes und unterhalb nirgends zu Tage, das Vieh weidete bis an die grünen Bachufer hinab. Beim Hochwasser von 1834 soll die Rovana viel Geschiebe in die Maggia gespült haben. 1839 fand ein kleiner Absturz am Steilgehänge unterhalb Campo gegen den Fluss hinab statt. 1852 verkaufte die Gemeinde einen Wald im oberen Teil der Alpe di Quadrella, und gestattete, dass das Holz durch die Rovana geflösst werde. Die Flösserei wurde seit 1852, aber besonders 1856 bis 1858, intensiv betrieben. Zwei bis 3 km oberhalb

Campo, unter Cimalmotto, hatte die Flössergesellschaft „Dita“ (Battocchi, Cagliardi & Co.) in der Rovana 1855 drei grosse Wasserschwellsperren errichtet, um jeweilen das Holz mit einem Wasserschwalle durch das Thal hinauszujagen. 1857 wurden bei anhaltendem Regen alle drei Barrieren auf einmal geöffnet. Furchtbar brauste das hochgeschwellte Wasser durch die Schlucht. Der Boden in Campo zitterte und die linksseitigen Ufer unter Campo wurden tief unterspült, Ställe rutschten ab, Häuser rissen oder stellten sich schief. Von diesem Moment an sah man die Gefahren der Holzflösserei ein und von diesem Momente an sind die Bewegungen an der Terrasse von Campo niemals mehr in vollständigen Stillstand gekommen. Die Dorfschaft verlangte Verbot der künstlichen Flösserschwellungen. Die Regierung sandte ihren ersten Forstinspektor zur Stelle. Noch energischer verlangte Dr. Lavizzari das Flössverbot. Im Sommer 1858 besuchte Prof. Culmann mit Arnold Escher v. d. Linth und Prof. Landolt das Gebiet in Begleitung von Kantonsingenieur Joh. Poncini (Culmann, Bericht an den schweizer. Bundesrat über die Untersuchung der schweizer. Wildbäche 1864). Culmann und Poncini berichten, dass sich der Bach in den Fuss der Campoterrasse, also nach links verschoben und in sechs Monaten um 12 m, im ganzen gegenüber Anfang der Fünfzigerjahre um 30 m vertieft habe, so dass der Bach jetzt 80 m unter der Terrassenkante von Campo liege. Infolge davon sei, so berichtet Culmann, „die linksseitige Thalseite in einer Ausdehnung von vielleicht 10 km^2 (?) mit dem Orte Campo mitten innen zum Rutschen gekommen.“ Beide verlangen Verbot des Flössens und machen Vorschläge zur Ufer- und Sohlenversicherung. Die Vorschläge blieben auf dem Papier, es geschah nichts zur Sicherung.

Die Regierung des Kantons Tessin sprach das Flössverbot aus, allein die Kundgabe des Beschlusses an die Gemeinde wurde erst unterdrückt. 1859 endlich wurde dem Regierungsbeschluss Nachachtung verschafft und die Schwellsperren entfernt. In den Escher'schen Notizen und Reisetagebüchern konnte ich auffallenderweise nichts über Campo finden.

Fortan blieben die Abrutschungen an der Rovana unter Campo der Geschiebelieferant für die Maggia, und mit diesem Geschiebe wurde Cevio bedroht, das Maggia-Delta überschüttet und es wuchs rasch und gross in den Lago Maggiore hinaus. Am Südostrande

der Dorfschaftsterrasse von Campo hatten 10 Häuser schon 1852 auf 1853 schiefe Stellungen angenommen. Sie mussten abgetragen werden. Ihre Ruinen liegen jetzt auf einem 8 bis 10 m vom Terrassenrande abgesunkenen Streifen.

1867 auf 1868 fanden am südlichen Felsgehänge unterhalb Piano dei Pini gegenüber von Campo einige schwere Felsstürze statt. Dieselben standen zwar in keinem ursächlichen Zusammenhang mit der Vertiefung der Rovana, sie verschlimmerten aber die Zustände für Campo sehr wesentlich. Aus der Ausbruchsnische wuchs unten ein mächtiger Schuttkegel heraus, der die Rovana gerade an der schlimmsten Stelle wiederum nach links an das Steilbord der Campoterrasse drängte. Es kamen die Hochwasser vom 28. September 1868 und die Rovana belud sich mit gewaltigen Geschiebemassen. Alle Rinnen vertieften sich, alle Abrisse vergrösserten sich, die Abstürze am Aussenrand der Terrasse nahmen kein Ende. Der Dorfbach in Campo schnitt sich mit der Rovana ein und nun entstanden auch Rutschungen beiderseits gegen den Dorfbach hinein. In Campo vermehrte sich die Bewegung derart, dass Haus um Haus unbewohnbar wurde. Sie hörte mit Abfluss des Hochwassers nicht auf, sondern dauerte noch viele Wochen lang fort. Nach dem Berichte des eidgen. Oberbauinspektorates von 1892 stand damals die Rovana 150 m unter dem Terrassenrande. Seit Culmanns Besuch hatte sie sich also um weitere 70 m vertieft. Die Rovanarinne, die ursprünglich 50 m unter den Terrassenrand vertieft war, lag jetzt, 40 Jahre später, um 100 m tiefer eingeschnitten. 1887 wurde die Verbauung der Rovana unter Campo beschlossen und 1888 ging man unter Oberleitung des eidgen. Oberbauinspektorates (siehe dessen Wildbachverbauung zweites Heft 1892) an die Ausführung. Campo beschäftigte Herrn von Salis bis zum Momente vor seinem Tode. Es wurden erst keine Thalsperren, sondern Traversen mit Parallelmauer gebaut, um die Rovana wieder vom linken Ufer abzuhalten, und möglichst nach rechts auf Fels und in grobes Blockwerk zu drängen. Dies ist gelungen. 1889 kam ein Hochwasser, so bedeutend wie 1868. Ein Teil der Neuarbeiten wurde beschädigt, aber der linksseitige Uferangriff blieb doch abgewehrt, die Geschiebemenge geringe, und in Cevio wurde die gefährliche Geschiebeaufschüttung nicht erhöht, sondern ausgespült. In Campo vermehrte sich diesmal die

Bodenbewegung nicht, sie verlangsamte sich. Die Strasse, die sonst am Rande des Bewegten gegen das Feststehende sich jährlich durchschnittlich um 1 m verschob, zeigte 1889 trotz des Hochwassers nur 20 cm Absenkung. 1891 bis 1893 rekonstruierte man das Beschädigte und ergänzte es durch Bau einer starken Thalsperre im untersten Teil der Angriffsstrecke der Rovana unter Campo, wo der Uebergang von einem weiten Trümmerboden in die enge Felsschlucht dazu eine vortreffliche Stelle bot. Diese Bauten richteten sich alle darauf, die Rinne der Rovana zu erhöhen und den Angriff links abzuwehren, und bestanden in Uferschutzmauern mit Traversen und in der eben genannten Thalsperre. Oben wurde endlich der Quellbach bei der alten Säge im Holzkanal abgeleitet und die Quelle bei Corte nuovo bei 1546 m Meerhöhe westlich in eine Bachrinne geführt. Der Bericht von 1892 drückt sich sehr zuversichtlich aus und hält die Erscheinungen während 1889 für den Beweis dafür, dass die angewandten Mittel zum Ziele führen und zum Teil dasselbe schon erreicht haben. Infolge davon wurde die Maggiakorrektion beschlossen.

1892 bis Frühjahr 1897 war Ruhe eingetreten. Die Bewegungen im Dorfe hatten fast ganz aufgehört, die Gefahr schien wirklich bewältigt. Freilich, es war eine Reihe trockener Jahre. Allein der Winter 1896/97 war ungewöhnlich schneereich. Schon im Oktober 1896 lag der Schnee im Dorfe 1 m hoch. Regen und Schnee wechselten ab. Im Frühling soll oben im Gebirge 7 m und im Dorf 4 m schwerer gesinterter, halb vereister Schnee noch gelegen haben. Die Schmelzwasserinfiltration war somit enorm und ungewöhnlich.

Im Juni 1897 begann es sich wieder überall zu regen. Strassen und Häuser schoben. Vom Juni bis September 1897 sollen die Bewegungen „weiter gegangen sein als früher innerhalb 10 oder 15 Jahren.“ Dann kam noch ein Hochwasser dazu und am 4. September 1897 brachen Thalsperren und Uferversicherungen in der Rovana teilweise zusammen. Am 19. September stürzte ein gut gebautes Haus im Hauptteil der Ortschaft ein und der allmähliche Ruin mancher anderer machte sichtliche Fortschritte.

Für die ganze Geschichte der von den Behörden durchgeführten Versicherungsarbeiten ist besonders bemerkenswert, dass Culmann wie Poncini und die Vertreter des eidgen. Oberbauinspektorates

alle für die Rutschung von Campo als einzig bedingend das Anfressen der Sohle durch die Rovana angenommen haben, und dass sie zu dieser Auffassung sich gedrängt gefühlt haben durch den historischen Vorgang: die Folgen der künstlichen Hochwasser durch das Schwellen bei der Holzflösserei. In keinen der mir zugänglich gewordenen Publikationen oder amtlichen Berichte vor dem Sommer 1897 fand ich eine Notiz, aus der man hätte schliessen können, dass es für notwendig erachtet worden wäre, der oberen Umgrenzung der Bewegung genauer nachzuspüren und zu sehen, was dort sich vollzieht. Und doch zeigt die sehr gute topographische Aufnahme von G. Imobersteg für das Blatt 499 des Siegfriedatlas deutlich, dass schon 1893 und 1894 die Bewegungen dort in grossen Dimensionen ausgesprochen waren. Die Idee, dass da eine gewisse Wechselwirkung zwischen Rutschungsstrom von oben und Sohlenangriff vorhanden sei, taucht in den amtlichen Berichten vor 1897 nicht auf. Noch der Bericht von 1892 zieht aus dem Hochwasser von 1889 den bestimmten Schluss, dass die Sohlenversicherung Campo gerettet habe und retten werde. Ich kann selbst freilich nicht genau wissen, wie es oberhalb Campo vor 30 und 40 Jahren ausgesehen hat. Allein aus den mir an Ort und Stelle gewordenen Erzählungen der Bewohner, sowie aus den Stellungen und Formen der Bäume ist mit Sicherheit zu entnehmen, dass der Sachkundige schon vor weit mehr als 20 Jahren durch eine Untersuchung dieses oberen Gebietes zum Schlusse gekommen wäre, dass die Sohlenversicherung und Erhöhung allein Campo nie und nimmer retten könne, auch wenn diese wahrscheinlich den ersten Anstoss zur Wiederbelebung einer Rutschung gegeben hat, die schon vorhistorischen Ursprunges sein muss. Die Quellbachableitungskanäle unter Cimalmotto und bei Corte nuovo sind die einzigen Anzeichen dafür, dass die ungeheuren Infiltrationen in den zerrissenen Boden nicht ganz vergessen worden sind. Diese Arbeiten waren im Prinzip richtig, aber in der Durchführung ungenügend und unzureichend. Die Geschichte der Wildbachverbauungen weist der Beispiele noch mehr auf, wo ein vielseitig bewährtes Mittel wie die Sohlenfixierung oder Sohlenerhöhung durch Thalsperren oder Pfahlwerke zu schablonenhaft und ausschliesslich und ohne eine genügend weitblickende Prüfung der besonderen Lokalverhältnisse angewendet worden ist und wo im besonderen der Durchnässung

der zerrissenen Gehänge von oben viel zu wenig oder zu spät gewehrt worden ist (Trübbach, Nolla). Die Erfahrung dürfte bereits eine vermehrte Einsicht und Umsicht für die Zukunft angebahnt haben.

Im Oktober 1897 sandte das eidgen. Oberbauinspektorat Herrn Ingenieur Gerber zur Stelle und am 6. und 7. November beging ich im Auftrage der Gemeinde Campo das Gebiet, um Rat zu erteilen. Schon hier sei erwähnt, dass Herr Oberbauinspektor von Morlot sich daraufhin sofort mit mir in Verbindung gesetzt hat, um gemeinsam das weitere Vorgehen zu beraten, und seinerseits möglichst rasch an die Durchführung der von uns in vollständiger Uebereinstimmung für notwendig erachteten Sicherungsarbeiten gehen zu können. Was möglich ist, wird gethan. Die Sache ist nunmehr in besten Händen.

Nach dieser historischen Darstellung lasse ich die wesentlichsten Abschnitte aus meinem an die Gemeinde Campo gerichteten Gutachten folgen. Die Hauptfrage: „Was ist für die Zukunft zu erwarten, kann Abhülfe geschaffen werden, und wie hat dies zu geschehen" kann nur beantwortet werden auf Grundlage einer möglichst vollständigen Einsicht in die Art des Vorganges und in seine Ursachen. Wir haben deshalb zunächst zu einer näheren Prüfung des Gebietes überzugehen.

2. Der Fuss des bewegten Gebietes längs der Rovana im November 1897.

Bisher — und das schien durch die historische Folge der Ereignisse ganz selbstverständlich, — hatte man fast ausschliesslich die Ursache der Bewegungen in den Unterspülungen durch die Rovana gesucht. Es musste deshalb zuerst geprüft werden, ob auch die Bewegungen des abgelaufenen Sommers als Folge von neuen Unterspühlungen anzusehen seien.

Ich fand die Thalsperre am unteren Ende der Rovanaverbauung teilweise gebrochen, sie versieht ihren Dienst nur noch teilweise. Sie steht an vorzüglicher Stelle, bedarf aber der Reparatur, um nicht bald noch ganz zu stürzen.

Unter dem östlichen Teil des Terrassenabsturzes unter Campo ist die linksseitige Uferschutzmauer zum grössten Teile gut und

unversehrt geblieben. Ein Uferangriff hat nicht stattgefunden. Dagegen sieht man das in seinen oberen drei Vierteilen trockene, steile, aus zerrüttetem Felsen und Felsschutt gebildete Gehänge in seinem unteren Vierteil nass und in deutlichem Vorstossen begriffen. Der nasse Schutt ergiesst sich stellenweise über die feste Ufermauer hinaus.

Etwas weiter aufwärts fliesst die Rovana auf eine lange Strecke in fester Felsrinne. Felsstufen bilden natürliche Thalsperren. Die Uferschutzmauern der linken Seite sind unversehrt, es hat keine Untergrabung stattgefunden.

Wir kommen in die Region der Traversenmauern. Bei der untersten hatte ein Zweig der Rovana sich links geworfen und einen unbedeutenden Anriss erzeugt, alle aufwärts folgenden Traversen sind entweder ganz erhalten oder doch auf der linken Seite, wo sie sich an den Campo-Terrassenfuss anlehnen, unversehrt geblieben.

Oberhalb der Einmündung des Campobaches in die Rovana ist die letztere ca. 20 bis 30 m nach links ausgewichen und hat hier den Terrassenfluss so untergraben, dass derselbe eine Steilwand bildet, von welcher enorme Blöcke von Kalkgneiss gestürzt sind. Ein Aufwärtsgreifen der Untergrabung ist noch nicht eingetreten.

Weiter aufwärts ist das linke Ufer wieder durchweg unversehrt geblieben.

Mit Ausnahme einer Strecke von ca. 150 m Länge, die zudem keine weiteren Nachbrüche zeigt, ist also der ca. 1000 m lange Fuss der Terrasse von Campo 1897 unverletzt geblieben. Die neue starke Bewegung von 1897 kann somit nicht in Untergrabung durch den Bach ihre Ursache haben. Dazu kommt noch, dass die Bewegungen in der Ortschaft im Juni begonnen und sich stetig gemehrt haben, während der teilweise Bruch von Thalsperre und andern Versicherungsbauten an der Rovana und die lokale Unterspülung erst am 4. September 1897 eingetreten sind.

Die Bewegungen des Sommers 1897 müssen somit nicht von der Sohle aus, sondern von oben veranlasst worden sein. Auch ohne Untergrabung durch den Fluss findet ein Vorrücken des Bodens gegen den Fluss hin statt. Aus diesem Grunde können die Sohlenerhöhungen und Sohlenversicherungen **allein** hier nicht helfen.

3. Umgrenzung und Gestalt des bewegten Gebietes.

Das ganze Rutschungsgebiet setzt sich oben zusammen aus zwei stromförmigen Rutschungen, welche schon hoch oben im rückliegenden Gebirge entstehen, die grössere, vom Piano dei Pi bei 1850 m Meerhöhe beginnend, fliesst gegen Südosten. Sie hat vom oberen Anriss bis an die Dorfstrasse Campo gemessen 1600 m Länge bei 350 bis 400 m Breite. Die andere kleinere, in ähnlicher Höhe weiter östlich am Bombogno ansetzend, hat Bewegungsrichtung fächerförmig gegen Westsüdwest. Bei etwa 1530 m Meerhöhe treffen die beiden Rutschungsströme zusammen und ergiessen sich gemeinsam gegen die Terrasse von Campo hinab. Sodann schliesst sich die Terrasse von Campo an. Dieselbe misst in der Rutschungsrichtung noch ca. 300 m und ist in einer Breite von ungefähr 900 m in einheitlicher Bewegung begriffen. Die Gesamtlänge des bewegten Steinstromes von Piano dei Pi bis an die Rovana misst in der Mittellinie etwa 2300 m.

a) Die Terrasse von Campo.

Innerhalb der Terrasse von Campo finden wir zwar wohl hie und da ein schiefes Haus, hie und da eine Spalte, aber auch viele Gebäude, an denen nur geringe Spuren der Bewegung bemerkbar sind, oder die noch nicht merklich deformiert sind (Casa communale etc.). Die Deformationen werden dagegen sehr sichtbar am westlichen und östlichen Rande der Terrasse. Hier treffen wir auf beiden Flanken in ganz entsprechender Weise je eine ca. 1 km lang zu verfolgende, fast geradlinige, scherende, nicht klaffende Randkluft. Dieselbe hat die vor 14 Jahren erstellte Strasse durchschert und auf der westlichen Seite die beiden Strassenenden um 57 m, an der östlichen um ca. 35 m verschoben. In der Nähe der östlichen scherenden Randkluft sind einige Ställe zusammengestürzt. Da wie dort zeigt bereits die neue, vorletztes Jahr hergestellte Strasse abermals ein bis zwei Meter Verschiebung und Absenkung. Diese beiden scherenden Randklüfte begrenzen in schärfster Weise den ganzen bewegten Klotz der Terrasse von Campo gegenüber dem seitlichen, feststehenden Gebirge. Die bewegte Masse dazwischen zeigt ausser der Bewegung gegen die Rovana hin zugleich eine Senkung, welche am östlichen Rande

etwa 6 m beträgt, am westlichen stellenweise ebenfalls auf einige Meter sich beläuft, stellenweise in Aufstauung übergeht. Offenbar ist hier die Unterlage der Rutschung sehr tief. Nur ein mächtiger Klotz von Material kann zwischen zwei Scherklüften, die fast senkrecht zu stehen scheinen und ziemlich geradlinig sind, so einheitliche Bewegung mit so wenig innerer Deformation machen. Die beiden scherenden Randklüfte liegen am Terrassenabsturz 1 km, an der Strasse ca. 850 m auseinander.

In dem auf noch höherer Terrasse westlicher gelegenen Dorfe Cimalmotto kommen ebenfalls Deformationen der Häuser vor und eine deutliche Nord-Süd laufende Abrisspalte ist zu sehen. Aehnliches wiederholt sich etwas weiter nördlich an dem Steilabhang der oberen Terrasse von Cimalmotto. Die Bodenbewegungen sind abwärts gegen Osten, also gegen die Rutschung von Campo gerichtet und offenbar ganz sekundärer Natur. Sie sind eine Folge des Weichens der Terrasse von Campo. Steht die Terrasse von Campo fest, so wird auch Cimalmotto sich befestigen. Aber kein anderes künstliches Hülfsmittel würde es zu stützen vermögen.

Am westlichen und oberen Rande der Terrasse von Campo befinden sich einige sehr bedeutende grosse Quellen. Ganz nahe ausserhalb der westlichen Randkluft unter der nach Cimalmotto ansteigenden Strasse steht eine kleine ehemalige Sägemühle, getrieben einst von einem mächtigen Quellbach. Derselbe entspringt unter der Strasse. Es sind grossartige Quellen von 6,0° C und wohl über 1000 Minutenlitern. Der Boden ist ringsum und bis an die Randkluft durchnässt und versumpft. Eine grosse Quelle, die oberhalb Cimalmotto erscheint, kommt von Westen herab dazu. Schon 1893 ist nun hier ein Holzkanal gemacht worden, der diese Quellen in die Rovana leitet, so dass sie nicht in die Randkluft eindringen können. Diese Ableitung ist im Prinzip sehr richtig. Zusammen mit einem ähnlichen kurzen Kanal bei Corte nuovo sind dies die einzigen Arbeiten, welche weiter gehen als die blosse Sohlenversicherung. Allein sie sind völlig ungenügend. Es sind nur die fertigen Quellbäche in den Kanal geleitet, die Quellen aber keineswegs gefasst worden, so dass eine Menge Wasser schon vorher oberhalb des Kanals im Boden verlaufen kann, bevor es zum Austritt gelangt. Sodann ist der Quellbachkanal nicht ordentlich unterhalten worden, stellenweise ist er verschüttet oder

unterspült. Eine weitere grossartige Quelle „a la Ganella" von 5,4° C, in der trockenen Zeit meines Besuches (6. und 7. November 1897) wohl 2500 bis 3000 Minutenliter stark, tritt in der nordwestlichen Ecke der Campoterrasse dicht hinter der Randkluft hervor. Sie fliesst gegen den Bach von Campo über zerrissenes Terrain und treibt dort Sägemühlen. Noch zwei weitere grosse Quellen kommen von etwas höher oben herzu. An Gelegenheit zum Eindringen des Wassers aller dieser Quellen in den Boden fehlt es nicht. Es fehlt jede Fassung oder sichernde Leitung.

Endlich ist hier die grosse Dorfquelle zu erwähnen. Sie quillt nahe unter der Strasse, mitten im bewegten Terrain heraus. Ihre Temperatur betrug 6,0° C und ihr Ertrag am Tage meines Besuches mag 3000 bis 5000 Minutenliter gewesen sein. Auch hier keine Fassung. Viel Wasser wird darunter durch den Boden gehen, vieles, nachdem es den Trog passiert hat, versickern.

b) Die Bewegungen oberhalb der Terrasse von Campo.

Die Strasse von der grossen Dorfquelle bis zur grossen Sägemühle in der Westecke der Terrasse bildet zugleich ungefähr die Grenze zwischen der Terrasse von Campo und den oberen Trümmerströmen. Diese letzteren rücken hier mit ihren ausbauchenden Wülsten von oben über die Terrasse vor, Bachbrücken, Strasse, Bergseitenmauer, alles wird von einer Woche zur andern in erschreckender Weise deformiert und zerrissen, die Häuser stehen schief und drohen Einsturz. Der grossblockige Wulst unter Mater gegen die Dorfquelle soll in diesem Jahre fast 20 m sich vorgeschoben haben, so dass dort ein grosses, gut gebautes Haus oberhalb der Strasse am 19. September einstürzte. Weiter gegen Osten verlaufen die Deformationen allmählich.

Von der Campoterrasse aufwärts haben die Trümmerströme grössere Böschung und offenbar geringere Tiefe als die bewegte Terrasse. Wie der weniger tiefe Fluss, der zugleich grössere Böschung besitzt, wilde Wellen aufwirft, so auch diese höheren Teile der Bewegung. Aufgestaute, 10 bis 20 m hohe, wellenförmige Wülste, oft aus einem wilden Blockwerk gebildet und von Rissen durchsetzt, wechseln ab mit graben- oder trichterförmigen Einsenkungen hinter denselben. Was vor 40 Jahren flacher Weidegrund war, ist jetzt unebenes Blockwerk mit jungen, schief ge-

stellten Lärchen. Der vom Bombogno heruntersinkende Trümmerstrom hat die allgemeine Gestalt eines rutschenden Schuttkegels. Bei 1500 bis 1600 m Meerhöhe sickert zerstreut aus demselben ein stets milchig trübes Wasser heraus, welches sich oft wieder in den Boden hineinlässt, schliesslich als milchtrüber Schlammbach gegen die grosse Dorfquelle zieht und den Campobach bis in die Rovana trübt. Es muss hier oben unter dem bewegten, an den Bombogno gelehnten Schuttkegel eine Quelle vorhanden sein, welche dann durch den Schutt sickert, denselben beweglich macht und durch dessen Bewegung sich stetig — auch bei anhaltend schönster trockener Witterung — trübt. Die grosse Dorfquelle hingegen ist bisher stets noch klar geblieben.

Die längere Schuttströmung, welche von Nordwesten herunterkommt, hat 350 bis 400 m Breite und über $1^1/_2$ km Länge. Da, wo sie unter einem Winkel von etwa 40° mit der Strömung vom Bombogno her zusammentrifft, entsteht ein wilder Aufwurf, ein Blockdamm voller Risse ganz so wie da, wo zwei Wasserströme unter schiefem Winkel zusammentreffen, ein Wellenwulst sich aufwirft. Gerade hinter diesem Wall in der Mitte des westlicheren Stromes hat sich bei „il sottone" eine Vertiefung gebildet, in welcher sich bei Regen und Schneeschmelze ein bis über 3 m tiefer See anstaut. Der frühere Ausfluss gegen Süden ist durch einen mächtigen Stauwulst wieder abgedämmt. Eine periodische Ueberschluckquelle füllt zeitweise das Seelein. Es versickert durch die Stauwülste hindurch und erscheint weiter unten wieder.

Dem Wege entlang, der nach Corte nuovo führt, finden sich durchweg frische Absenkungen der westlichen Trümmerstromseite. Bei Corte nuovo tritt aus den Blockwülsten der höheren Stromteile eine grosse Quelle von 5,4° C und ca. 1000 Minutenlitern, und einige Schritte weiter westlich unter den Hütten zwischen frischen Absenkungen eine kleine Quelle von 7,4° hervor. Sie bilden zeitweise einen kleinen Stausee im bewegten Boden. Hier war ein Holzkanal gebaut worden, der das Wasser in die weiter westlich liegende Bachrinne führen sollte. Allein auch hier waren die Quellen nicht gefasst, sondern der Quellbach genommen worden, nachdem schon reichliche Versickerungsgelegenheit geboten war. Dermalen durchsetzt sogar die Randkluft den Kanal und ein Wulst staut das Wasser. Das Wasser fliesst z. T. unter dem Holzkanal

durch in die Risse hinein und nur der kleinere Teil findet Abfluss durch den Kanal. Aber auch das letztere nützt wenig, denn der Bach, in welchen der Kanal führt, läuft selbst wieder in zerrissenes Gebiet zurück.

Von Corte nuovo hinauf steigen wir durch die fluidal in stark thalwärts ausgebogenen Kurven geordneten Wülste und Wellenthalfurchen eines typischen Trümmerstromes. Die Lärchenbäume zeigen alle möglichen Stellungen und Krümmungen je nach der lokalen Bewegung der Unterlage. An vielen der Lärchenstämme kann man aus der Art der Krümmung erkennen, dass hier die Bewegung wohl schon seit 30 bis 40 Jahren fast stetig sich geltend gemacht hat, indem nur durch die stete Stellungsveränderung des Wurzelstockes und das stets wieder senkrechte Aufwachsen des jüngsten Gipfels eine solche kontinuierliche Krümmung des Stammes vom Gipfel bis auf 30 bis 40 Altersjahre zurück entstehen konnte. Je nachdem der Baum vor oder hinter einem Wulst steht, ist sein Stamm thalabwärts oder thalaufwärts ausgebogen. Auch hier treffen wir trotz der sehr trockenen Zeit wieder austretendes, im Walde zwischen den Bodenwellen zu Tümpeln sich stauendes und dann wieder versickerndes Wasser.

Bei ca. 1750 m ist der Boden ganz durchwälzt, die Vegetation zerstört. Wir steigen steil an und gelangen auf die flache, von Rissen durchsetzte, in Gestalt einer grossen Treppenstufe abgesessene Fläche des „Piano delle rose". Oestlich endlich findet das Auge in einem festen Gneissfels, der mit gerade stehenden, alten Tannen gekrönt ist und seine steile Wand gegen Nordosten kehrt, eine feste, nicht bewegte Flanke. Der kahle Abriss bei 1800 bis 1850 m unter dem „Piano dei Pi" bildet den oberen Rand des jetzigen Anrissgebietes. Aber diese Kante selbst ist der Aussenrand eines älteren, früher vom Berghintergrunde abgesunkenen, grossen Stückes. Dasselbe ist oben mit 300jährigen, aufrechtstehenden Tannen bedeckt. Dieser oberste Abriss muss also sehr alt und seither lange stehen geblieben sein. Das Stück Piano dei Pi hat sich seit Menschengedenken und auch dies Jahr nicht bewegt, es bröckelt nur aussen beständig gegen Süden ab. Hinter dem Waldrücken liegt eine Mulde, welche kein Wasser herausfliessen lässt, — ein Versickerungsloch, wie man es sich nicht schöner zur Bildung grosser, unterliegender Quellen und nicht gefährlicher,

zur Bildung unterliegender Rutschungen denken kann. Unter dafür günstigen Umständen kann das Piano dei Pi einmal wieder in Bewegung geraten.

Hinter dem Piano dei Pi bis hinauf an den Wasserscheidegrat gegen Bosco steht fester Gneiss und Glimmerschiefer, der nur kleine Schutthalden bildet, an. Da also befinden wir uns endlich am stabilen Hintergrunde der Abrissnische der ganzen Bewegung.

Im Grundriss misst die Oberfläche der bewegten

Campoterrasse ca.	675000 m²
des Bergtrümmerstromes von NW ca. .	600000 m²
des bewegten Kegels am Bombogno ca.	228000 m²
somit das ganze Rutschgebiet ca.	1503000 m²

das heisst etwa $1^1/_2$ km².

Den Inhalt des rutschenden Bodens schätze ich wie folgt: Campoterrasse bei im Mittel allerwenigstens 150 m Dicke, stellenweise über 200 m Dicke = 120000000 m³. Obere Rutschungsströme bei im Mittel 30 m Dicke — stellenweise über 50 m — = ca. 25000000 m³.

Gesamtmasse des Bewegten ca. 120 bis 150 Millionen Kubikmeter. Es ist dies eine Masse, welche diejenige des Bergsturzes von Elm um das mehr als zehnfache übertrifft.

4. Die Wechselwirkung in den Bewegungen.

Wenn die ganze Bewegung nur, wie früher angenommen worden ist, von unten durch Anriss bedingt gewesen wäre, so würde das ganze Rutschgebiet von der Rovana bis hinauf als Abrissgebiet sich erweisen müssen. Wir müssten dann von der Rovana bis an den Hintergrund der Bergnische, abgesehen von kleinen lokalen Ausnahmen, nur Zerreissungen und Absenkungen, nur Risse finden, die quer zum System der Maximaldruckkurven stehen, und im allgemeinen nach unten konkav gewendet sind. Anstatt dessen treffen wir hier oben massenhaft enorme Stauwülste, die oft viele Meter hoch über das einige Jahre frühere Profil sich aufstossen. In ihrer Grundrissform stehen sie quer zu den Maximaldrucklinien, also konvex nach unten gekrümmt, quer über den Trümmerstrom verlaufend. Die Vertiefungen und Löcher in dem bewegten Gebiete sind viel häufiger durch Stauung eines davor

liegenden Wulstes als durch Einsinken entstanden. Die Stauwülste beginnen sehr deutlich an der Campostrasse und herrschen von da hinauf bis zu etwa 1600 bis 1650 m vor. Absenkungen und Risse, auf Zug entstanden, sind hier nur lokal zu finden. Dort erst bei ca. 1600 bis 1650 m, nahe unter dem Piano delle rose, liegt jetzt die Grenze zwischen dem Abrissgebiete oben und dem Ablagerungsgebiete unten. Gewiss hat diese Grenze früher tiefer gelegen. In Zeiten starken Sohlenangriffes rückt sie abwärts, in Zeiten sicherer Sohle und grosser Nässe rückt sie wieder höher, und die Massen rücken dann abwärts dichter aufeinander und stossen nach unten an den Klotz der Campoterrasse. Sie kann sich wieder verlegen durch die Wechselwirkung von Sohlenangriff einerseits und Durchnässung von oben andererseits.

Aber diese Erscheinung allein, die vorherrschenden Stauwulstformen von der Campoterrasse bis gegen Piano delle rose hinauf, beweisen auf den ersten Blick, dass die Ursache der ganzen Bewegung niemals bloss im Sohlenangriff liegen kann, sondern dass die Bewegung auch von oben kommt. Der Sohlenangriff wirkt jetzt nur noch sekundär, indem er den Fuss des Ablagerungsgebietes wegnehmen und dadurch den Gegendruck und den Widerstand vermindern kann, welcher sich dem Vorrücken der Wülste von oben entgegenstemmt.

Die Untersuchung des ganzen Gebietes hat uns also gezeigt, dass von oben zwei Rutschungsströme sich vereint gegen die Terrasse von Campo bewegen. Sie sind enorm durchnässt durch direkte Versickerung auf dem zerrissenen und wulstigen Boden und durch Quellen von der Seite und von unten wie aus der Mitte heraus. Ihre Bewegung ist schneller als diejenige der Terrasse von Campo, ihre Wülste stossen jetzt über die letztere vor. Sie drücken aber auch auf die Terrasse von Campo und ihr Wasser geht unten in die letztere über, so dass auch dieser Körper, welcher den Fuss der oberen Rutschungsströme bildet, vorgetrieben wird, begrenzt von einheitlicher Scherkluft beiderseits. Der Klotz der Terrasse von Campo ist wie ein Zwischenstück, das bald, untergraben, durch seine eigene Schwere thalwärts ging, bald durch die oberen Ströme thalwärts gedrängt wird, aber endlich auch, nachdem die Rutschflächen sich ausgebildet haben, von sich aus, wenn durchnässt, rutschen kann.

Zwischen der Rutschung von oben und dem Sohlenangriff besteht eine Wechselwirkung. Der Sohlenangriff erleichtert das Vorrücken der Terrasse und zieht damit die Bewegung im oberen Teile nach sich. So ging es hauptsächlich 1855 bis 1859. Aber die Bewegung von oben stösst in Zeiten starker Durchnässung die ganze Terrasse unterhalb vor sich her und macht dieselbe selbst nass und beweglich, so 1897. Die Bewegung, welche im Dorfe spürbar ist, war manchmal von unten durch Anriss der Sohle bedingt, manchmal von oben durch starke Durchnässung. Die erstere Ursache ist durch die Verbauungen an der Rovana teilweise aufgehoben worden, die letztere hingegen hat sich durch die fortschreitende Ausgestaltung von Unebenheiten (Wülsten und Zerreissungen) wesentlich verschlimmert. Ueberall erfahren wir, dass solcher Boden ein normales Quantum Wasser ertragen kann, ohne zu rutschen, — wäre das nicht der Fall, so wären die zertrümmerten Massen längst vollständig abgeflossen. Allein Zeiten mehr als gewöhnlicher Durchnässung bringen sie in Bewegung. Je weiter die Bewegung ausgebildet ist, desto leichter entsteht sie wieder, weil die Bewegung selbst die Rutschflächen in der Tiefe und an den Rändern und die zur Versickerung führenden Unebenheiten und Zerreissungen immer stärker ausbildet. So kann es kommen, dass ohne künstlichen Eingriff die Bewegungen sich nach Häufigkeit und Intensität stets mehren, was für den vorliegenden Fall trotz der Sohlenversicherung wahrscheinlich ist.

5. *Geologischer Typus der Bewegung.*

In den bisherigen Publikationen und Aktenstücken über die Rutschungen von Campo findet sich nirgends eine annähernd richtige, geologische Bezeichnung des Falles. Die meisten Darstellungen und auch die geologische Karte der Schweiz in 1 : 100000 hält das bewegte Terrain kurzweg für Schuttgrund — etwa den Schuttgrund eines alten Bergsturzes. Allein wir müssen vom obersten Anriss die Erscheinungen prüfen, um das Wesen dieser Bewegung zu erkennen.

Das umliegende Gebirge besteht aus Gneiss mit Einlagerungen von Glimmerschiefern, etwas Hornblendeschiefern und hie und da Marmoren in ausgeprägter, durchweg 15° bis 25° gegen SSO ab-

fallender Schichtung und Schieferung. Der rutschende Boden ist durchweg aus den gleichen Materialien in der entsprechenden Anordnung in Streifen gebildet, wie die Ursprungsstellen im Sammelgebiete. Linksseitig erinnere ich mich, nur Gneisse gesehen zu haben, rechtsseitig aber treffen wir die Amphibolite und Kalkglimmerschiefer nicht nur im westlichsten Winkel hinter Piano dei Pi, sondern von da hinab im rechten Rande des Trümmerstromes über Corte nuovo hinab und bis in den Steilabriss der Campoterrasse in ihrem westlichsten Teile. Im Hintergrunde der Nische hinter Piano dei Pi hat die Abtrennung des Felsens quer zur Schichtung stattgefunden, wie die beiliegende Profilskizze zeigt. Die Thalmulde, in welcher der Hauptfelsstrom sich befindet, fällt mit den Schichten gegen die Rovana, so dass die Bewegung grösstenteils auf den Schichtflächen stattfindet. Abtrennung und Bewegungsrichtung entsprechen also einer Felsrutschung, d. h. anstehender Fels, nicht Schutt, hat sich abgetrennt und bewegt sich in der Fallrichtung der Schichten, und auf den Schichtflächen, durch diese als Bahn geleitet. So weit können wir die Bewegung von Campo mit derjenigen von Rossberg-Goldau 1806 vergleichen. Der kleinere östliche Felsblockstrom vom Bombogno herab ist vielleicht alter Bergschutt, neubewegt, er ist nebensächlicher Art und soll als Nebenerscheinung in dieser Betrachtung unberücksichtigt gelassen werden.

An der Abbruchwand südlich vom Piano dei Pi erkennen wir in dieser grossen, absinkenden Felsstufe noch ganz deutlich die zusammenhängende Schichtung des Gesteines. Die Schichten sind von zahllosen Querklüften durchsetzt und im allgemeinen fast horizontal gestellt, indem diese abgetrennte Felsstufe offenbar hinten mehr abgesunken, vorn mehr aufgestaut ist. Stellenweise hat die innere Zertrümmerung und Verstellung im Felsen denselben halb in ein Blockwerk aufgelöst. Von hier stürzen die getrennten Stücke vorab und bilden eine Schutthalde. Eine Stufe weiter unten am Abriss des Piano delle rose ist der Fels schon so sehr verwittert, zertrümmert und verstellt, dass man ihn fast für blossen Schutt ansehen könnte. In den äusseren Partien, die fast ausschliesslich der Beobachtung zugänglich liegen, zeigt sich von da abwärts der Fels schon in ein Blockwerk aufgelöst. An einzelnen Stellen sind aufliegende Partien von Moräne zu sehen, so z. B.

an einem Schuttgrate südlich unter Piano delle rose; dort besteht die Moräne aus halb serpentinisierten Amphiboliten vom westlichen Rande des Piano dei Pi gemischt mit viel feinem Moränenschlamm. Im weiteren Verlauf wird Oberflächenschutt, auflagernde Moräne, alles in der Strömung mit dem in sich zerfallenen Fels gemengt, in Wülsten geschoben und so durch die Bewegung in einen Trümmerstrom, in ein Blockwerk umgewandelt. Die Felsrutschung ist mehr und mehr langsam und allmählich zu einem Schuttstrom geworden. — Aber noch an dem Steilanriss unter der Terrasse von Campo gegen die Rovana hinab sieht man vielfach noch ganze Felspartien mit deutlich erhaltener flacher Schichtung, das Gestein allerdings von vielen Rissen durchsetzt, halb in Trümmer aufgelöst. Solche zusammenhängende Felspartien reichen bis fast an den oberen Rand hinauf und sind oben nur noch von wenigen Metern wirklichem Schutt bedeckt. An einigen anderen Stellen ist die innere Zertrümmerung bis zur Auflösung in einen Schutthaufen vorgeschritten. Die Verwitterung des Gesteines, zum Teil auch die hineingezogenen Moränenfetzen geben stellenweise viel thoniges und erdiges feineres Material zwischen die Blöcke hinein. Wir haben es also in dem bewegten Boden von Campo nicht mit einer reinen Trümmermasse, nicht mit den Resten eines anderen alten Bergsturzes oder mit blossen Moränen zu thun, sondern in der Hauptmasse mit anstehendem Fels, welcher sich allmählich durch eben diese jetzige Bewegung, die weit in vorhistorische Zeiten zurückreicht, allmählich in ein Trümmerwerk mehr oder weniger vollständig auflöst. Es ist diese Masse, wenn wir sie nach der Art der Entstehung bezeichnen wollen, eine Art Strömungsbreccie, die sich hier aus dem Fels gebildet hat. In dieser Beziehung erinnert der Fall von Campo an denjenigen von Brienz in Graubünden, wo auch anstehender Fels in grossen treppenförmigen Stufen sich abtrennt und durch langsame Bewegung in Trümmer auflöst, so dass aus der ursprünglichen Felsbewegung eine langsam sich bewegende Schuttrutschung, ein langsam und nur zeitweise fliessender Trümmerstrom hervorgeht. Aber auch dieser Fall lässt sich nicht ganz mit Campo gleichstellen, denn dort in Brienz geschieht die Bewegung nach der Abtrennung in einer von der Schichtlage abweichenden Richtung wie bei einem Felssturz — hier in Campo aber auf den Schichtflächen wie bei einem Felsrutsch. Der Fall

ist eigener Art, er gehört zu den „besonderen Bergstürzen" (Heim, Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1882) und könnte bezeichnet werden als Felsrutschung mit langsamer Bewegung oder als eine Bewegung, bei welcher Material, Art der Abtrennung und Richtung der Bewegung einer Felsrutschung, die Art der Bewegung aber der Schuttrutschung entsprechen; es ist eine Felsrutschung, die sich allmählich in eine Schuttrutschung umwandelt. In älteren Zeiten und im obersten Teil war sie mehr Felsrutschung, in neuerer Zeit und im unteren Teil ist sie allmählich mehr und mehr Schuttrutschung geworden. Der Bergsturz von Brienz in Graubünden ist ein in Schuttrutschung übergehender langsamer Felssturz, hier hingegen haben wir eine in Schuttrutschung übergehende langsame Felsrutschung.

6. Voraussicht.

Wir haben die Voraussicht zu prüfen, zunächst für die nächstliegenden, sodann für die entfernteren indirekten Folgen.

Alle Mittel, um die Bewegung zu stellen, selbst die rationellsten und energischsten, können nicht von einem Tag auf den andern, selbst nicht von einem Monat auf den folgenden wirken. Die Bewegung wird also im besten Falle doch noch einige Zeit andauern. Sollte der Winter wieder sehr schneereich und der Frühling nass werden, dann wird starker Weitergang unvermeidlich sein. Wir wollen annehmen, es gelinge überhaupt nicht, die Rutschung zu stellen, und nun zusehen, was dann die Folgen sein werden.

Ganz ähnlich wie im Sommer 1897 werden die Wülste ob der Strasse unter Mater sich weiter ausbauchen und die Bewegung wird weiter nach unten fühlbar. Die grossen Gebäude oberhalb der Dorfquelle werden mehr und mehr schief gestellt und zerreissen; aber auch die Gebäude im westlichen Dorfteil und diejenigen nahe der Kirche werden allmählich die Bewegung immer mehr empfinden. Ein Haus um das andere von denen, die überhaupt noch stehen, wird unbewohnbar, eines um das andere wird zusammenfallen oder abgetragen werden müssen. Die Strasse und besonders die Mauern an ihrer Bergseite werden nicht mehr haltbar sein. Die grosse Dorfquelle wird vielleicht anfangen, sich zeitweise zu trüben. Die Risse und Kahlstellen werden sich auch näher am Dorfe zeigen,

alles wird immer deformierter werden, bis schliesslich mehr und mehr ganz Campo verlassen werden muss — es ist unbegreiflich, dass noch jetzt ein grosses neues Haus gebaut wird! Dann wird auch in Cimalmotto vermutlich die Absenkung der östlichen Dorfteile sich vermehren und die westlichen werden vielleicht nachrücken. An Stelle der Terrasse von Campo wird endlich ein tieferer Thalkessel sein, der langsam wieder eine dauernde Gestaltung annehmen kann.

Momentane Lebensgefahr wird für die Bewohner von Campo vermutlich niemals eintreten. Es wird bei vernünftiger Würdigung der Erscheinungen stets möglich sein, zur rechten Zeit zu fliehen. Selbst wenn die Bewegung derart würde, dass sie ein tägliches meterweises Vorrücken erzeugt, so wird doch kein Haus von einer Minute zur andern unvorhergesehen über den Häuptern der Bewohner zusammenbrechen. Der Ruin wird hier niemals durch die Luft einherfahren wie bei den Bergstürzen von Elm, Goldau, Plurs etc., sondern allmählich vorschreiten. Man kann also die Häuser, die Gärten noch benutzen, so lange sie ganz sind, aber man sollte sich auch nicht zu sehr an das Gefühl der Gefahr gewöhnen. Man sollte ein Haus verlassen, wenn man sieht, dass die Risse von Tag zu Tag zunehmen, und man sollte eine hohe Mauer ob der Strasse abbrechen, wenn sie sich stark ausbaucht und Einsturz droht, bevor sie jemanden erschlägt.

Kurz zusammengefasst lautet also die Voraussicht dahin: Keine Katastrophe, die Menschenleben nimmt, aber ein allmählicher Ruin der ganzen Ortschaft im Laufe — allerschlimmstens schon des nächsten Sommers, wahrscheinlicher erst im Laufe einiger weiterer Jahre oder gar Jahrzehnte ist zu erwarten.

Was vorstösst, der Terrassenrand unter Campo, das wird schliesslich über Traversen und Schutzmauern hinaus in die Rovana gedrängt, und vom Flusse weiter verfrachtet. Die Bachrinne durch das Val di Campo hinaus liegt fast stets in einer steilen festwandigen Felsschlucht. Uferangriffe von Bedeutung sind nicht zu finden. Allein wo die Schlucht sich öffnet in den flacheren Thalboden bei Cevio, da würde wahrscheinlich der jetzt vortreffliche Zustand wieder verdorben, es würde eine Erhöhung des Bodens mit Geschiebe eintreten und damit in Zukunft die Gefahr eines

Austrittes der Rovana gegen Cevio, die bei jetzigem Zustande noch ausgeschlossen scheint, sich wieder geltend machen. Auf Jahrzehnte hinaus würde die Maggia mit Geschieben überladen, sie würde den Boden erhöhen, austreten, die Poststrasse an vielen Stellen überschwemmen und überschütten, den oberen Thalboden gegen Bignasco hinauf durch Stauung zur Versumpfung bringen, und bis in den Lago maggiore hinaus jede Maggiakorrektion unmöglich machen und die schon gethane Arbeit zerstören. Der Schaden und die Verheerungen von Bignasco bis in den Langensee würde selbstverständlich den Schaden für Campo um das Vielfache übersteigen. Die indirekte Wirkung der Rutschung in die Ferne wird finanziell noch viel mächtiger sein, als die Folgen in nächster Nähe, und das ganze Maggiathal, das ganze Land würde darunter leiden.

7. Frage der Abhülfe, Mittel dazu.

a) Sohlenversicherung.

Die Hauptarbeit, welche bisher ausgeführt worden ist, ist die Sohlenversicherung und der Schutz des linken Ufers unter Campo vor Angriff. Diese Arbeit ist selbstverständlich im vorliegenden Fall prinzipiell richtig und in der Art der bisherigen Durchführung, soweit mir hierüber ein Urteil zusteht, gut. Es würde die ganze Rutschung von Campo sicher auch ohne Sohlenversicherung stille stehen, wenn es möglich wäre, das Terrain annähernd vollständig zu entwässern. Das ist aber hier undenkbar. Es kann ohne Sohlenversicherung nicht abgehen. Die Verbauungen der Rovana haben sich auch in gewissem Grade bewährt, und zwar nicht nur 1889, sondern auch seither und selbst 1897. Ohne diese Verbauungen wäre im Sommer 1897 der Terrassenfuss vermutlich auf seiner ganzen Länge angerissen worden, was der Bewegung von oben bedeutende Erleichterung geboten hätte. Vielleicht wäre ohne sie schon jetzt ganz Campo zur Ruine geworden. Mir scheint bei der vorliegenden Situation die Sohlenversicherung ein ziemlich gleichwertiger Faktor zu sein, wie die Entwässerung höher oben, entsprechend den historischen Vorgängen, welche uns das eine Mal für die Ursache nach oben (1897), das andere Mal nach unten an die Sohle weisen (1856—59, 1889 etc.).

Ich halte also für notwendig die gründliche Reparatur der Sohlenversicherungen und ihre Ergänzung und glaube auch, dass im vorliegenden Falle das angewandte Bausystem das zweckmässigste sei. Die Thalsperre würde ich kräftigen und erhöhen, die Ablenkung des Baches oberhalb nach rechts noch zu vermehren suchen. So vortrefflich mir die Schindler'sche Pfahlwerkmethode für den Lammbach bei Brienz und viele andere Orte angemessen erscheint, so bestimmt halte ich dafür, dass diese Bauart zur Sohlenerhöhung hier nicht dem Falle angepasst wäre, wo wir zum Teil festen Felsgrund, und im Bache Geschiebe und Blöcke von durchschnittlich $^1/_2$ bis 2 m Durchmesser und mehr haben.

b) Aufforstung.

Man hat zum Teil in neuester Zeit — besonders noch in diesem Sommer und Herbst 1897 — Waldanpflanzungen in den mittleren und oberen Teilen der Trümmerströme gemacht. Ich habe solche in ziemlicher Ausdehnung auf einem kahlen Schuttrücken südlich unter Piano delle rose gesehen, und ganz ähnliche sind auch an dem vom Bombogno herunterkommenden Schuttkegel gemacht worden. Dort sind die Pflänzchen in den Bodenbewegungen, welchen auch die hundertjährigen Lärchen zum Opfer fallen, schon ganz verschwunden; hier unter dem Piano delle rose konnte man noch einen Teil der armen pflanzlichen Geschöpfchen sehen. Gewiss wird kaum jemand den Nutzen des Waldes für das Klima, die Quellen, die Gesundhaltung der Gehänge höher anschlagen, als ich selbst. Man kann, besonders in den südlicheren Regionen der Alpen, nicht genug zur Wiederbewaldung thun. Allein hier macht diese Waldanpflanzung ungefähr den Eindruck, wie wenn man einem schon Gestorbenen eine Medizin eingiessen wollte und zudem noch eine solche, die nicht zu der Krankheit passt, an welcher er gestorben ist. Aufforstungen im Gebiete ob Alpe di Quadrella hinauf gegen Sasso rosso, wo Batocchi entwaldet hat, und noch an tausend anderen Stellen, thäten not. Hier aber, mitten auf einem 20 bis 50 m tief gehenden, in Bewegung begriffenen Trümmerstrom, wo grosse alte Bäume einfach schief gestellt werden, fallen, überwälzt werden, kann eine frische Anpflanzung nichts nützen. Sie muss in kürzester Zeit fast spurlos verschwinden. Tiefgründig bewegtes Gebiet kann erst bepflanzt werden, nachdem es durch

andere Mittel zum Stehen gebracht ist. Niemals können diese Pflänzchen die Bewegung aufhalten.

c) Entwässerung.

Nachdem die Erscheinungen von 1897 den Beweis gegeben haben, dass ohne Sohlenangriff schon Durchnässung von oben die Bewegung erzeugen kann und dies auch sofort aus der Gestaltung oberhalb der Terrasse von Campo ersichtlich ist, so ist klar, dass die Sohlenversicherung allein nicht ausreicht, sondern die Rutschung in sich selbst beeinflusst werden muss. Die Böschungen sind der Art, dass man sofort erklären muss: Trockener Schutt von blockiger Art wie der vorliegende würde hier feststehen, nur die enorme Durchnässung kann ihn beweglich machen. Entwässerung des bewegten Gebietes ist also das einzige Mittel zur Abhülfe. So wenig Zweifel über dieses Abhülfsmittel möglich sind, so schwierig hingegen gestaltet sich die Frage nach den technischen Mitteln, welche die Entwässerung hier herbeiführen sollen.

Die Entwässerung könnte zunächst gedacht werden als eine gute Oberflächenentwässerung. Dieselbe müsste dafür sorgen, dass kein Wasser ins bewegte Gebiet von aussen zufliesst, und dass auf dem Bewegten Regen und Schneewasser möglichst rasch abfliessen, so dass keine Zeit zur Versickerung bleibt.

Der definitiven dauernden Oberflächenentwässerung, wie in meinem Gutachten an die Gemeinde Campo ausführlich dargelegt ist, stehen leider im vorliegenden Falle viele Schwierigkeiten entgegen:

Die Oberfläche ist so enorm bewegt geworden, sie hat so zahllose Höcker mit hinterliegenden Vertiefungen, dass es unmöglich sein wird, aus allen diesen Vertiefungen Wasserabflüsse zu schaffen, man müsste ein dichtes Netz von Kanälen ziehen. Die ganze Oberfläche ist zu durchlässig geworden. Zwischen Netzwerken von Spalten sind wieder Blockwerke aufgestossen, die massenhaft Wasser eindringen lassen, das man nicht vor Versickerung hindern kann. Sollte der nächste Frühling und Sommer etwas nass sein, so werden die Abzugskanäle und Leitungen, bevor sie befestigend gewirkt haben, vorweg wieder vielfach verschoben, zerrissen, gehoben und in allen Arten wirkungslos gemacht. Bildet

sich ein Riss durch einen Wasserabzugsweg, so tritt dann gerade die schlimme Wirkung ein, als ob man gesammeltes Wasser extra in die Spalte geleitet hätte. Wenn im Frühling der Schnee weggeht, würden oft die schon vorher unter dem Schnee zerstörten Anlagen sich zeigen und die Restaurationsarbeiten oft verspätet sein.

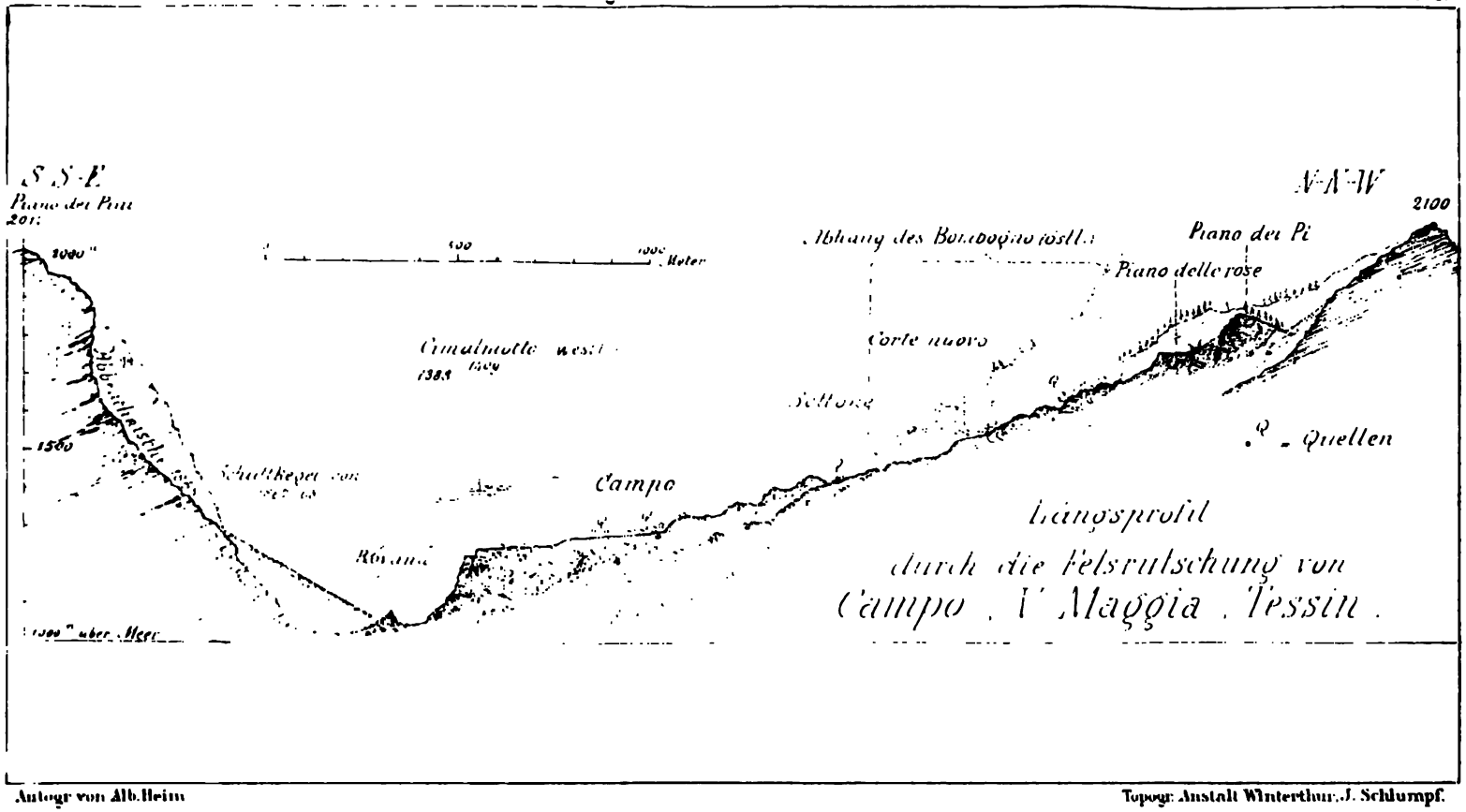
Nachdem ich die Oberflächengestaltung in dem fraglichen Gebiete genau ins Auge gefasst habe, muss ich gestehen, dass ich es nicht wage, eine Oberflächenentwässerung als dauerndes Hülfsmittel zu empfehlen, weil ich eine ausreichende und dauernde Durchführung derselben für unmöglich halte. Dies führt dazu, die Aussichten einer unterirdischen Entwässerung zu erwägen. Eine unterirdische Entwässerung durch Stollen hebt die Einsickerung nicht auf, sie saugt aber rasch das eingesickerte Wasser auf bestimmte Abzugswege zusammen und legt dadurch das überliegende und das unterliegende Terrain trocken, sie verhindert Verteilung und Ansammlung des Wassers auf Rutschfläche und im bewegten Boden. Die unterirdische Entwässerung hat den grossen Vorteil, dass nicht wir dabei jedes Wasseräderchen suchen und sammeln müssen, sondern dass das die Natur nun selbst thut. Das Wasser findet selbst immer mehr und mehr seine raschen Wege aus allen Komplikationen der Terraingestaltung nach unserem Entwässerungsstollen hinab und spült sie immer offener aus. Da wird die leichte Durchlässigkeit dann als Vorteil ausgenutzt, während sie für die Oberflächenentwässerung das grösste Hindernis bietet. Die Schwierigkeiten werden freilich auch für die unterirdische Entwässerung bedeutend sein. Wir können nach verschiedenen Methoden verfahren. Es dürfte zum Teil eine Sache der Kostenberechnung sein, welche Methode gewählt werden soll. Die eine Methode besteht darin, dass die Entwässerungsstollen in verschiedenen Höhenstufen im bewegten Terrain der Bewegungsrichtung entgegen angelegt, und bis an die feste Unterlage hineingetrieben werden, um dort, eventuell sich verzweigend, das Wasser unter der Rutschfläche aufzufangen. Die andere darin, dass die Stollen unter dem Bewegten im anstehenden Fels geführt werden, und dann das Bewegte nur durch Aufbrüche von unten angeschürft und entwässert wird. So wie so wird im vorliegenden Fall während der Arbeit eine teilweise Oberflächenentwässerung ein notwendiges Provisorium sein.

An dieser Stelle will ich nicht die weiteren Auseinandersetzungen wiedergeben, welche in dem Gutachten an die Gemeinde Campo über die Möglichkeiten und Ausführungsarten der unterirdischen Entwässerung sich verbreiten. Es sei nur noch erwähnt, dass dieselbe in jedem Falle etwa 1500 bis 2000 m Stollen erfordert.

Ob aber die Arbeit der Entwässerung überhaupt durchgeführt werden kann, das hängt von der Gunst oder Ungunst der Witterung ab. Es frägt sich: wer läuft dem andern den Rang ab — unsere Arbeit oder die Rutschung? Werden Winter, Frühling und Sommer relativ trocken oder gar ungewöhnlich trocken, so kann es wohl gelingen, Campo zu retten — es kann besonders dann gelingen, wenn nicht nur 1898, sondern auch noch 1899 und 1900 relativ trocken bleiben — denn die Bauzeit wird sich über mehr als ein Jahr ausdehnen. Wird der nächste Frühling und Sommer ungewöhnlich nass, dann sind wir zu spät für die Rettung von Campo, dann können die Stollen im Bewegten wohl nicht ausgeführt werden, wir müssen auf die Methode der Stollen im festen Fels unter dem Bewegten greifen, und diese erfordert viel längere Bauzeit, bis nur eine erste gute Wirkung einsetzen kann. Campo würden wir in seinem jetzigen Bestande kaum mehr retten können, aber den herrlichen Fleck Land doch für die Zukunft sichern und die indirekten Folgen für das Maggiathal noch grösstenteils bewältigen. Im nächsten Sommer wird es schon eher möglich sein, zu beurteilen, wie es kommen kann. Die Zeit drängt.

Endlich habe ich der Gemeinde Campo empfohlen, einige geradlinige Pfahlreihen quer über das bewegte Gebiet einzuschlagen, um eine messende Kontrolle der Bewegung zu ermöglichen.

Die Terrainbewegung von Campo ist wohl die bedeutendste, welche gegenwärtig im Schweizerlande im Gange ist. Die Art der Bewegung ist eigentümlich, die Folgen weittragend. Es schien mir deshalb, dass sie als ein sehr bemerkenswertes Beispiel zur Mitteilung in dieser Zeitschrift sich mehr eigne, als Dutzende von anderen Bodenbewegungen, welche ich im Laufe meiner ausgedehnten bezüglichen geologisch-technischen Praxis untersucht und begutachtet habe.



Autogr. von Alb. Heim

Topogr. Anstalt Winterthur, J. Schlumpf.

teils stehend, teils im Gehen und im Fahren fast lückenlos der Querstrasse entlang Bergformen und Schichtlagen so zu skizzieren, dass ich dann durch Zusammensetzung der Skizzen an Hand der Dimensionen, die uns die russische Karte in 1 : 420000 giebt, ein Querprofil durch den Kaukasus auf der Linie der crusinischen Heerstrasse entwerfen konnte, welches zwar nur ein vorläufiges, auf Besseres harrendes und sehr unvollkommenes Bild ist, aber doch etwas mehr als die bisher publizierten Profilstücke bietet und manchem Geologen und Geographen gerade als Uebersichtsbild in annähernd richtigen Proportionen erwünscht sein dürfte. Einige weitere Skizzen gebe ich nebenbei. Auf Fournier's Darstellungen habe ich hier keine Rücksicht genommen. Das meiste, was wir bisher über den Central-Kaukasus und die Linie an der crusinischen Heerstrasse wissen, verdanken wir ja Abich, Favre, Loewinson-Lessing und einigen andern russischen Kollegen, die nähere Kenntnis der Gletscher besonders Douglas, W. Freschfield. Indessen es ist hier nicht meine Aufgabe, litterarische gerechte Nachweise zu geben, weil ich nicht einen Aufsatz über die Geologie des Kaukasus zu schreiben mich vermesse. Dazu war unser Besuch viel zu flüchtig. Es handelt sich für mich nur darum, meine Profilskizze zu geben und den Vergleich mit den Alpen aus eigener Anschauung zu ziehen, welche beiden Dinge vielleicht nicht für alle Exkursionsteilnehmer so leicht möglich gewesen sind, wie für mich.

I. Von den äusseren Formen des Kaukasus.

Betrachten wir das Gebirge erst aus der Entfernung von aussen und treten wir nachher in dasselbe hinein. Von der Nordseite, also z. B. von der Bahnlinie Piatigorsk-Wladikawkaz gesehen, gewährt der Kaukasus vielfach ein imposantes Bild. Er erinnerte mich am meisten an die Alpen, gesehen von der bayrischen Hochebene. Seine Vorberge sind aber vielfach sehr langweilig gestaltet. Weithin steigen die Schichten ganz langsam gegen das Gebirge an (Fig. 1 Profil) während in den nördlichen Randketten der Alpen die Falten nördlich überliegen und deshalb die Berge ihr steiles Gesicht gegen das Vorland wenden. Nirgends sahen wir den Kaukasus etwa so wie die Alpen von Zürich, von Bern, vom Jura. Um ein gross-

artiges Kammbild des Kaukasus zu erhalten, müsste man schon auf die höheren Berge des armenischen Hochlandes südlich von der Kura und dem Rionflusse gehen. Südlich ob Tiflis liegt der Festungsberg. Ich reproduciere (Fig. 2) die Zeichnung, die ich von dort oben bei hellster Witterung durch den Feldstecher am 21. September 1897 aufgenommen habe. Der 5044 m hohe Kasbek sieht von dort weniger bedeutend aus, als der Bristenstock von Zürich.

Eine Art Aufrissbild oder Längsansicht von dem östlichsten Teile der Kaukasuskette gegen das Streichen gesehen, konnte ich aus fahrendem Bahnzuge an dem wolkenlosen Morgen des 24. September zeichnen (Fig. 3). In gleicher Weise skizzierte ich den westlichen Flügel (Fig. 4) vom Dampfschiff Xenia während der Fahrt auf dem schwarzen Meer am 28. September von westlich vorschreitenden Standpunkten aus zu verschiedenen Tagesstunden. Ich gebe diese Skizzen trotz ihrer Schlichtheit wieder. Sie zeigen, dass in diesen Teilen nach den äusseren Formen der Kaukasus weit mehr an den Appenin, als an die Alpen erinnert. Im landschaftlichen Charakter sind aber das Westviertteil und das Ostende des Kaukasus von einander ganz verschieden. Die östlichen Ausläufer sind kahle Felswüste, ein vollkommen ödes, enorm von Thälern und Schluchten und Schlüchtchen durchfurchtes gelbbraunes Gebirge. Das westliche Viertel des Kaukasus dagegen ist waldreich. Die Ufererosion durch das Meer arbeitet sogar schneller als die Thalbildung, und hat in steilen Uferklippen den Profilschnitt der Thalfurchen und der zwischenliegenden Geräte entblösst (z. B. von der Zemesbucht bis gegen Noworossiiskaja Fig. 4) ohne dass die Thalfurchen bisher im Einschneiden dem Meer überall nachzukommen vermocht hätten. Dort also im Ostkaukasus, trotz grösserer Trockenheit wegen der Kahlheit und der Platzregen beschleunigte, hier im Westkaukasus durch den geschlossenen Wald trotz der häufigeren aber ausgeglicheneren Niederschläge verlangsamte Thalbildung.

Nur das mittlere Drittel des langen Kettengebirges hat hochalpinen Formentypus. Ganz besonders grossartig ist derselbe in der Granitzone entwickelt, welcher auf der ganzen Linie zwischen Kasbek und Elbrus die höchsten Gräte und Gipfel angehören. Leider bot sich mir keine Gelegenheit, vom Central-Kaukasus ein

Uebersichtsbild aus der Entfernung zu zeichnen. Ich muss auf die herrlichen Photographien von Vittorio Sella und die Darstellungen von Freschfield verweisen. Sowohl von der Nordseite am 16. bis 18. September als auch von dem Bahnzuge Baku-Tiflis am Morgen des 26. September konnte ich das Gebirge nur lückenhaft und vorübergehend zwischen den Wolken durch erblicken. Es erinnert besonders von der Südseite an die Alpen aus der Poebene gesehen, aber die Gipfel und Kämme sind im allgemeinen etwas weniger reich und scharf gegliedert, als bei den Alpen. Frischer Schnee reichte am 26. September bis ca. 3500 m herab.

Die Thalformen, die Pässe im Innern des Kaukasus sind in der Regel den Alpen ähnlich. Besonders an den Gehängen der Thäler des Südabhanges sind bis hoch hinauf oft sehr schöne Fels-Erosionsterrassen, unabhängig von Beschaffenheit und Lagerung des Gesteines, zu sehen, ganz ähnlich wie in den Alpen. Dagegen sind in den von uns begangenen Thälern der Terek und der Aragwa die Thalstufen bei weitem nicht so kräftig ausgebildet, wie z. B. im Reussthal, Rheinthal etc. Man trifft hier nicht oberhalb steiler Schluchten plötzlich wieder auf flache sanfte Thalböden. Auch die engen Durchbrüche, wie z. B. die Darielschlucht, stellen im Längsprofile keine so prägnanten Abstürze dar, wie ähnliche in den Alpen, z. B. die Schöllenenschlucht. Das Thal der Aragwa hat von Mlety 1474 m bis zum Zusammenfluss mit der Kura 485 m ziemlich gleichförmiges Gefälle. Auf der enorm langen Strecke ist eine Differenz von Stromschnelle und Thalstufe nicht bemerkbar. Einen Wechsel, wie Rheinwaldthal — Rofna — Schams — Via Mala — Domleschg und viele ähnliche in den Alpen, haben wir auf unserem Querwege nicht getroffen. Der Thalabfall ist also gleichförmiger, nicht so prägnant in Abschnitte gestuft wie in den Alpen. Damit in Zusammenhang fiel mir auch auf, dass die Seitenthäler meist ziemlich flach in gleichem oder nur wenig höherem Niveau in die Hauptthäler münden. Die in den Alpen so gewöhnlichen Steilabstürze der Seitenthäler bei der Mündung ins Hauptthal habe ich in dem von uns durchgangenen Teil des Kaukasus nicht gesehen. Dem entsprechend fehlen auch die grossen Wasserfälle. Ich erinnere mich wohl an Flussschnellen, aber an keinen Wasserfall aus dem Kaukasus, sie treten jedenfalls an Häufigkeit sehr zurück im Vergleich mit den Alpen.

Die Thalformen des Kaukasus sind auch in ihren Zusammensetzungen im ganzen einfacher, weniger verwickelt, als in den Alpen. Es scheint, dass die Schicksale der Thäler noch weniger mannigfaltig gewesen sind im Kaukasus als in den Alpen. Damit in Uebereinstimmung fehlen im Kaukasus die Thalseen vollständig, und das ist eigentlich der am stärksten in die Augen fallende landschaftliche Unterschied, der sehr zu Ungunsten des Kaukasus wirkt. Es giebt nur Bergseen; aber auch diese sind nicht zahlreich und meist klein. Die von uns besuchten grossen Querthäler zeigen auch keine anderen Spuren dafür, dass eine nachträgliche Einsenkung des durchthalten Gebirges stattgefunden habe. Es fehlen die breiten Alluvialböden, die tief ins Gebirge hineinreichen und gleich an den wilden Stromschnellen abstossen, wie sie in den Alpen so verbreitet sind, — es sind somit auch nicht etwa Seen vorhanden gewesen, die seither aufgefüllt worden wären. Der Kaukasus ist noch nicht ins Stadium der Randseenbildung getreten, er entspricht noch den Alpen im Beginn der ersten Interglacialzeit. Man sieht hieraus abermals, dass die Gletscher nicht Seebecken bilden, denn wie Abich und Favre gezeigt haben, reichten z. B. im Thale der Terek die Gletscher weit über Wladikawkaz hinaus; das Thal ist aber dennoch nicht zum Seebecken ausgeschliffen worden.

Das Einzelne der Gestaltung hingegen ist im Kaukasus ganz so wie in den Alpen. Am Absturz der Moränenterrasse im untern Terekthal sah ich Erdpfeiler genau wie in den Alpen. In grosser Zahl treffen wir auf Wildbachgebiete, die ganz wie die alpinen gebaut sind. Aus den Seitenthälern heraus wachsen überall Schuttkegel der verschiedensten Dimensionen. Manchmal frisst der Hauptfluss den Schuttkegelfuss an, manchmal hat auch der Wildbach sich in seinen eigenen Schuttkegel mit dem Hauptfluss wieder tief eingeschnitten; an andern Orten überschüttet er denselben mit grossen Muhrgängen. Die Spuren von allerlei Rutschungen an den Gehängen und andere Beweise der fortgehenden Formung durch Erosion und Verwitterung sind häufig. Die Grat- und Gipfelformen der höheren Regionen, die Thalgletscher und Hängegletscher, die Schneegräte und Schneemulden, die Lawinenfurchen und Steinschläge, die Schutthalden und Felsen sind in ihren äusseren Formen so durchaus gleichartig wie in den Alpen, die Gestalten sind auch

hier mit einziger Ausnahme der konischen Gipfel von Kasbek und Elborus so sehr vorherrschend von Erosion und Verwitterung modeliert, dass auch ein Kenner die herrlichen, von Sella photographierten Kaukasusgipfelpanoramen für Bilder aus den Alpen halten könnte. Für die tieferen Regionen freilich, besonders auf der Nordseite und im Gebiete der Heerstrasse, wäre diese Verwechslung deshalb nicht möglich, weil hier im Kaukasus der Tannenwald, sogar überhaupt aller Wald mit Ausnahme an der äussersten Randzone fehlt. Es fehlen die freundlichen Häuser und Dörfer, es fehlt das liebliche Farbengewebe, das bei uns aus dem gepflegten Wechsel von Wald, Wiese und Feld, Hecke, Weg, Haus und Scheune etc. entstanden ist. Das Bild ist trotz gleicher Bergformen ein ganz anderes, ein weit weniger schönes, besonders kein „lachendes." Landschaften, wie etwa die Umgebungen des Vierwaldstättersee, Thunersee etc. finden sich nirgends im Kaukasus. Schöne Wälder sind in den einsamen Thälern vorhanden, hingegen im Thal der Terek längst vollständig vernichtet. Zur Zeit unseres Besuches, 17. bis 29. September, waren die spärlichen Weiden auf dem Nordabfall braun und steppenartig; alles sah öde und kahl aus. Erst gegen die Passhöhe wurden die Weiden etwas grün und am Südabhang sah die Gegend bis gegen Tsilkany in der Vegetation noch frisch aus. Nur an einzelnen Stellen wie bei Mlety und wieder bei Duschet bietet der Farbenwechsel von Wiese, Feld und Wald ein wohlthätiges Kulturbild. Dann folgte die verstaubte, verdörrte, steppenartige Umgebung von Tiflis. Nur im Frühling kann es dort wohlthuend und schön aussehen.

II. Von den Gesteinen des Kaukasus.

a) Kristalline Schiefer und Sedimentgesteine.

Es fällt beim Durchqueren des Kaukasus sofort auf, dass die enormen centralmassivischen Zonen der Gneisse und Glimmerschiefer, überhaupt der ächten archäischen kristallinischen Schiefer, die anderen Hochgebirgen zu eigen sind, im Kaukasus fehlen. In dem Querprofil auf der Linie der crusinischen Strasse giebt es gar keine ächte kristallinische Schiefer, keinen normalen Gneiss. Das sonst vielleicht massenhafteste Glied der Erdrinde

fehlt! In den weiter westlich gelegenen Profilen geben verschiedene Autoren Zonen mit sericitischen Gneissen an. Auch eine Gruppe unserer Exkursionisten haben nördlich am Elborus solche gesehen. Vielleicht sind es Zonen gneissartig gequetschter Granite. Der Sericit deutet darauf hin. Jedenfalls liegt ein durchgreifender Unterschied gegenüber den Alpen in dem fast völligen Zurücktreten der Gneisse und kristallinen Schiefer im Kaukasus.

In ungeheurer Ausdehnung treffen wir auf noch nicht näher bestimmte paläozoische, meist thonschiefrige, hie und da in Kalkschiefer und Kalksteine übergehende Schichtenkomplexe. In dem von uns durchquerten Profil bilden sie auf der Nordseite der granitischen Centralmasse eine bloss 1 bis 2 km breite, auf der Südseite aber eine über 50 km breite Zone. Darin sind Spuren carbonischer Pflanzen und einige undeutliche andere, wahrscheinlich paläozoische Fossilien entdeckt worden. Eine nähere Gliederung fehlt und es würde mich nicht verwundern, wenn später noch ein Teil der Gebilde dieser Zone als jünger sich erweisen sollte. Abich und Favre schon setzen die Grenze zwischen Paläozoicum und Lias verschieden. Die Kalkschiefer gerade im Gebiete der Passhöhe könnten vielleicht noch erkennbare Fossilien liefern. In den Alpen giebt es ähnliche Carbonschiefer. Allein Gesteine, wie die gneissähnlichen carbonischen Sandsteine oder die carbonischen Konglomerate, der Verrucano (Sernifit) etc. der Alpen, haben wir in unserem Kaukasusprofil nicht gesehen; die kaukasischen paläozoischen Schiefer sind viel gleichförmiger und einförmiger als z. B. das alpine Carbon allein.

Zwischen paläozoischen Schiefern und Liasschiefern kann eine genaue Grenze bisher im Kaukasus nicht angegeben werden. Sie muss aber vorhanden sein, denn der Liasschiefer ist als solcher sicher kenntlich. Bei einigen Minuten Nachsuchen z. B. in der Nähe von Djerakow findet man leicht liasische Fossilien. Es folgen südlich stets gleich gestellte ähnliche Schiefer. Bei Lars aber sind sie paläozoisch geworden. Dazwischen ist wohl eine Paralleltranspressionsfläche zu finden — etwas schwierig, weil kein Facieswechsel mit ihr zusammenfällt.

Hiemit sind wir auf den zweiten grossen, durchgreifenden Unterschied im Baumaterial von Alpen und Kaukasus gestossen: Dem Kaukasus fehlt das Triassystem anscheinend vollständig.

Im Jurasystem finden wir dagegen mehr Analogien, immerhin ohne wirkliche Faciesgleichheit. Der Lias ist auch hier beiderseits der Centralzone vorherrschend thonschiefrig, der Malm corallogen kalkig, aber nicht so tiefmeerisch, wie unser alpiner Hochgebirgskalk ausgebildet. Bei Annanur auf dem Südabhang trifft man herrliche Hornsteine im Jura, und hier auf der Südseite ist der Jura in Gesteinen überhaupt viel wechselvoller als am Nordabhang, die Kalkschichten sind von Thonschieferzwischenlagen getrennt. Es ist, als ob man hier die erste Annäherung gegen das merkwürdige Gebiet weiter westlich bei Kutais schon empfinde, wo der Jura in Sandsteinen, Eruptivgebilden und Kohlenlagern entwickelt ist. Auf der Nordseite unseres Profiles bildet der Jura mächtige kompakte Kalksteine mit wenig petrographischem Wechsel, und kaum einer sichtbaren Gliederung.

Das Kreidesystem ist am Nordrande im Profil der crusinischen Heerstrasse kaum zu sehen, dagegen haben wir es in der Umgebung von Piatigorsk getroffen. Wladikawkaz und Piatigorsk stehen auf älterem Tertiär (wahrscheinlich Oligocaen, nicht Eocaen). Am Südabhang ist in unserem Profil die Kreide auch nicht zu finden. Eine Ueberschiebung des Jura auf Eocaen scheint sie verdeckt zu haben. Die Aufschlüsse sind dort sehr unzulänglich. Weiter westlich hingegen soll die Kreide vorhanden sein.

Die Tertiärgebilde bauen von Ginvani bis südlich über Tiflis hinaus die Berge und Thalgründe auf. In ihrer jüngeren Hälfte, den Ablagerungen der sarmatischen Stufe, sind sie vielfach im Ansehen vollständig gleich der schweizerischen Molasse mit ihren bunten Mergeln und grauen Sandsteinen. Vulkanische Tuffe bilden einzelne Lager darin. Etwas nördlich Mtzket fanden wir unter einer Ruine an der Strasse einen solchen Tuff, reich an Säugetierzähnen neben Helix und Cardium. Hier aber befinden wir uns schon nicht mehr im eigentlichen Kaukasus, mehr im „kleinen“ oder „Antikaukasus“, welchem auch die Region von Tiflis angehört. Es folgt als jüngere Bildung nur noch das Terrassenkonglomerat von Bodorno an der Südseite und die Moränen- und Fluvioglacialterrassen im Terekthale.

b) Die Eruptivgesteine des Kaukasus.

Die ältesten Eruptivgesteine des Kaukasus sind als Tiefengesteine entwickelt und entblösst, es sind die Granite. Sie bilden eine bedeutende, nach Favre wohl 225 km lange Centralzone, der die meisten hohen Gipfel und Gletscherausstrahlungsstöcke angehören. In unserem Querprofil ist die Granitzone ihrem östlichen Ende nahe und deshalb nur noch $5^1/_2$ km breit. Der Granit ist hellfarbig mit dunklem Glimmer. Er gleicht vielen alpinen Graniten zum Verwechseln. Selten nimmt er in einigen Streifen etwas Augengneisstextur an. Die Grenze gegen die paläozoischen Schiefer auf beiden Seiten ist den Schichten der letzteren ziemlich parallel, zeigt aber deutliche Intrusionen des Granites in den Schiefer. Das ganze Centralmassiv ist vom Terek in der Darielschlucht durchsägt. Dieser Durchbruch erinnert am ehesten an die Schöllenenschlucht oder die Rofna, hat aber weit weniger Gefälle und keine Wasserfälle. Das Terekthal ist hier am engsten, wo das Gestein am widerstandsfähigsten ist.

Der Granit der Darielschlucht ist von hunderten prachtvoller Gänge basischer alter Eruptivgesteine durchschwärmt. Es sind Diabase, Diorite, Perphyrite etc. Die Gänge sind 0,2 bis 10 m mächtig. In ihrer Mehrzahl steigen sie fast senkrecht hinauf. Noch in grosser Höhe sieht man sie als dunkelgraugrüne Striche durch die hellgrauen Granitwände hinauflaufen. Stellenweise sind sie so massenhaft, dass sie fast den Granit verdrängen. Die Gänge der basischen alten Eruptivgesteine stechen aus dem Granit hinaus in die südlich daran sich lehnende Zone der paläozoischen Schiefer. Auch diese sind von der Darielschlucht bis über Kasbek hinaus unten im Thalgrund wie oben an den Gräten über dem Devdorakigletscher von solchen Gängen massenhaft durchzogen. Auffallenderweise haben wir aber in der Zone paläozoischer Schiefer, welche nördlich an den Granit anlehnt, keine Eruptivgänge gesehen. Weiter hinauf im Terekthal sind sie auch nicht mehr vorhanden oder werden doch viel spärlicher. Oberhalb Kobi und auf der Südseite der Passhöhe ist mir keiner mehr zu Gesichte gekommen. In den Jurabildungen fehlen sie. Nach dem Magma, welches diese Gänge gebildet hat, könnte man auf die Vermutung kommen, dass dieselben in einem gewissen Zusammenhang mit den gleich zu besprechenden Andesitlavaströmen stünden. Allein diese basischen Eruptivgänge

sind alle viel älter als die gesamte sichtbare Thalbildung, die Andesitlaven hingegen jünger. Die vorherrschend steile Lage der Grünsteingänge erweckt ferner den Verdacht, ihre Lage möchte eine annähernd ursprüngliche sein, d. h. die Gänge nach der Auffaltung des Gebirges ausgebrochen sein. Gerade im Gebiete des Devdorokgletschers und von da über das Granitmassiv hinweg liesse sich wohl leicht entscheiden, ob die Gänge mitgefaltet sind, oder ob sie erst nach der Faltung ausgebrochen sind. Indessen schlechte Witterung und Mangel an Zeit hinderten jede bezügliche Beobachtung. Nach Loewinson-Lessing sind die Gesteine der Gänge im Devdorokgebiet deutlich stauungsmetamorph, somit doch wohl älter als die Faltung, und somit passiv bei der Gebirgsbildung.

Jüngere saure Eruptivgesteine sind durch die Berge bei Piatigorsk vertreten. Beim Berge Djuza konnte ich mich, dadurch dass ich den Berg oben und an der Ostseite und Nordseite vollständig ablief, von der wirklichen Laccolitennatur des in der Kreide steckenden Ergusses überzeugen. Einige meiner Kollegen haben unterdessen auch Kontaktmetamorphosen an der Unterfläche des den Trachyt bedeckenden aufgewölbten Kreidekalkes gefunden.

Jüngere basische Eruptivmassen liegen in den oligocänen Bergen von Tiflis in und über der Stadt.

Die auffallendsten Erscheinungen des Kaukasus sind aber die modernen Vulkankegel und modernen Lavaströme. Diese Ergussgesteine sind Andesite, mehr Hornblendeandesite am Kasbek, mehr Augitandesite am Elborus. Ihre zartgrauen oder noch öfter leuchtend rötlichen Ströme zeigen meistens herrliche säulenförmige Absonderungen. Aschen- und Schlackenkonglomerate wechseln mit den Laven. Als wären sie noch in Bewegung, so hängen sie vom Kasbek hinab in das Thal und schmiegen sich wie ein Gletscher den jetzigen Bodenformen an (Fig. 5). Bei einzelnen deuten vorragende Erstarrungsränder, in den Formen an Moränen erinnernd, das mächtigere Querprofil des Stromes vor seinem Abfliessen in tiefere Teile an. An manchen Stellen, z. B. bei Sion (Fig. 1 und Fig. 5) haben die Lavaströme das Hauptthal abgedämmt und sind seither wieder vom Flusse durchschnitten worden. Die Moränen der alten Kasbekgletscher im Terekthal unten sind erfüllt mit Andesitblöcken und mächtige erratische Andesitblöcke liegen auf den fluvioglacialen Terrassen im unteren

Terekthal. Andere Andesitlaven sind über Moränen geflossen und haben dieselben an ihrem Kontakt verschlackt. Der Kasbek hat in seiner Basis lauter steil aufgerichtete, von alten Diabasen durchschwärmte paläozoische Schiefer. Auf diesen ist der moderne Trachytkegel des Kasbek aufgebaut; derjenige des Elborus liegt auf der Granitzone. Ein Mantel von zahlreichen Eisströmen, Lavaströmen und Schlackenschichten hängt von diesen Kegeln in die Thäler herab. Der Kaukasus hat etwa vier grosse solche Andesiteruptionscentren, daneben noch kleinere. In Elborus und Kasbek bilden die Andesite die höchsten Gipfel des ganzen Kaukasus. Ihre Formen sind, wie es jungen vulkanischen Aufschüttungskegeln entspricht, konisch und mild gestaltet und bilden darin einen Gegensatz zu den zackig zerrissenen, schon viel länger der Verwitterung ausgesetzten Granitgipfeln wie z. B. dem Uschba oder dem Kachtan-Tau. Aufschlüsse, die in die Wurzel der modernen Vulkane einschnitten, Andesitgänge in den paläozoischen Schiefern oder die älteren Diabasgänge schneidend, scheinen noch nicht entblösst zu sein. Die Uebergüsse von Laven und Schlacken verhüllen sie noch. Aus historischer Zeit weiss man nichts mehr von Ausbrüchen der Vulkane des Kaukasus. Diese Ausbrüche sind teils älter, teils jünger als die Moränen. Sie gehören der Eiszeit und dem Schlusse derselben an. Sie sind jünger als der grösste Teil der Thalbildung im Kaukasus, hie und da haben sie einen Fluss abgelenkt und zu jüngerer Thalbildung auf anderer Linie gezwungen. Die grossen Lavaströme, die gegen Mlety geflossen sind, haben das Wasser an ihre Flanken gedrängt und dort jüngere Thalbildung veranlasst, die zugleich die Lavaströme dazwischen als mächtigen Bergrücken völlig herausgeschält hat. Einige von den älteren Strömen, z. B. ein herrlich säulig abgesonderter Strom bei Kobi ist wohl 50 m tief von jüngerer Thalbildung angerissen. Aber das alles ist nur ein kleiner Bruchteil der gesamten Durchthalung. Die Andesitbergmassen von Elborus und Kasbek scheinen die jüngsten zu sein, denn ihre Aussenformen sind noch am unverändertsten geblieben, am wenigsten durch Thalbildung und Abwitterung verändert. Die Berge östlich Kobi und Sion sind schon viel stärker durchschluchtet.

Mit seinen Vulkankegeln und Laven stellt sich der Kaukasus den Anden verwandt. Im fertigen Kettengebirge sind nachträglich

Vulkane ausgebrochen und zwar nicht in einer Randzone, an einem Bruchrande, sondern in der Centralzone. In den Alpen ist dies nicht geschehen. Allein wenn morgen z. B. an der Grimsel oder am Gotthard ein Vulkan ausbräche, so wäre das nicht sonderbarer, als die thatsächlichen Erscheinungen im Kaukasus heute sind. Die Alpen sind ein gewaltiges Kettengebirge ohne junge vulkanische Ausbrüche, der Kaukasus ist ein solches mit jungen Eruptionen. Alle Eruptivgesteine der Alpen sind älter als die Faltung, älter als die Thalbildung, älter als die Vergletscherung. Die Andesite von Elborus und Kasbek sind jünger als die Faltung, jünger als die Thalbildung, zum Teil sogar jünger als die Vergletscherung. Sie sind aufgetürmt worden, während unterdessen die andern Gipfel unter Abtrag modelliert worden sind. Sie sind ganz neue fremdartige Geschöpfe mitten in einem alpinen Gebirge und in Beziehung auf die Formung von diesem zum Teil noch nicht assimiliert.

Die Eruptivgesteine des Kaukasus sind somit im Querprofil von Wladikawkaz nach Tzilkany — denn weiter reicht der eigentliche Kaukasus nicht — bloss repräsentiert durch Granit als altes Tiefengestein, verschiedene Grünsteine als ältere Ganggesteine und die Andesite als moderne Ergussgesteine. Auch hierin somit im Kaukasus wieder viel weniger Mannigfaltigkeit als in den Alpen, selbst wenn spätere Untersuchungen die Zahl der Typen verdreifachen sollte.

III. Die Tektonik des Kaukasus.

Unser Querprofil durch den Kaukasus trifft in dem nördlichen Gehänge eine Region, in welcher die Erscheinungen recht klar aufgedeckt liegen. Weit ungünstiger ist das Thal der Aragwa am Südabhang. Dort waren die Aufschlüsse wegen der einförmig sanften Gestaltung und der meist zusammenhängenden Bewaldung der Gehänge im Vorbeifahren nur sehr unvollkommen zu erfassen. Besser wieder gestalten sich die Aufschlüsse im Antikaukasus. Ich habe aber doch für richtig gefunden, bei der von uns durchfahrenen Profillinie zu bleiben und nicht etwa hier hinein die komplizierteren Erscheinungen aufzunehmen, wie sie die von unsern russischen Kollegen verfassten Itinerare über das Thal von Rion, die Umgebung von Kutais etc. aufweisen. Gerade die Einförmig-

keit im Gebiete der Aragwa zeigt Gegensätze und Aehnlichkeiten mit den Alpen und charakterisiert den Kaukasus.

Das Phenomen der Zusammenfaltung einer Zone der Erdrinde als Hauptursache der Gebirgsbildung ist aus dem beiliegenden Profile sofort ersichtlich. Die nördliche Kalkrandzone des Kaukasus im Terekprofil ist ein typisches Faltengebirge. Die Steilstellung der sämtlichen älteren Sedimente in den mittleren Zonen des Gebirges, die dazwischen oft deutlichen Umbiegungen zeigen, dass auch hier homoklinale Faltensysteme vorhanden sind. Am Nordrande des Darielgranites, besonders an den oberen Teilen der östlichen Thalwand, sieht man in schönen Falten die paläozoischen Schiefer über den Granit hinüber zum Widerlager einer im weiteren abgewitterten Sedimentbrücke sich anschicken. Bei Ginvani am Südabhang scheint eine Art Ueberschiebung, wie sie ja in Faltengebirgen als Uebertreibung einer liegenden Falte so oft sich ausbilden, vorzukommen, und endlich noch weiter bei Mtzket und Tiflis treffen wir herrliche Synklinalen und Antiklinalen, von denen oft noch die Umbiegungen sichtbar entblösst liegen.

Dagegen haben wir bei unserer Durchquerung des Kaukasus nirgends in dem Profile eine reine klare Verwerfung sicher gesehen. Man kann die Aufschiebung des Jura auf Eocän bei Ginvani oder mit noch mehr Recht die Grenze zwischen Sericitgneiss und Lias am Tachburum als Verwerfung bezeichnen, allein diese beiden Phänomena sind nicht einfache Verwerfungen, sie sind Resultate des Horizontalschubes. Im Kaukasus wie in den Alpen scheinen die reinen Verwerfungen eine sehr untergeordnete Rolle zu spielen.

Gewiss mögen noch viele Verwicklungen und Komplikationen bei näherer Prüfung zum Vorschein kommen, die wir jetzt noch nicht ahnen. Aber soweit sehen wir doch klar in den Bau des Kaukasus, um schon jetzt im Vergleich zu den Alpen konstatieren zu können, dass der Kaukasus unvergleichlich einfacher und einförmiger gebaut ist als die Alpen. Es zeigt sich dies in folgenden Erscheinungen:

Wir haben ein einziges Centralmassiv, das Granitmassiv der Darielschlucht; in einer einzigen Zone tauchen die kristallinischen Silicatgesteine durch Faltung herauf. Durchqueren wir

irgendwo die centraleren Teile der Alpen, so schneiden wir doch wenigstens zwei Centralmassive. Das Profil Reuss-Tessin z. B. schneidet das Aarmassiv, Gotthardmassiv und Tessinermassiv, und die Alpen im ganzen haben über dreissig durch sedimentäre Muldenzonen umgrenzte Centralmassive.

Die alpinen Centralmassive sind meist komplizierte fächerförmige Faltensysteme, gebildet aus kristallinen Schiefern, alten Eruptivgesteinen und umgewandelten Sedimenten. Das einzige Centralmassiv des Kaukasus besteht nur aus einer anscheinend (wenigstens im Profil am Terek) einheitlichen Granitmasse, welche von Gängen basischer Eruptivgesteine durchschwärmt ist. Kaum dass sich dazu noch etwas Gneiss gesellt.

Die sedimentären Zonen beiderseits haben in unserem Querprofil keine Wiederholungen der verschiedenen Schichtsysteme in je zwei oder mehreren Zonen, sondern symmetrisch beiderseits des Centralmassives folgen nach aussen je eine Zone der paläozoischen Schiefer, dann je nur eine Zone Liasgesteine, je eine Zone Dogger und Malmgesteine, dann Tertiärgebilde. In den Alpen hingegen haben wir drei, vier bis acht Kreideketten, die wieder durch eocäne Muldenzonen geteilt sind, zwei, drei oder mehr jurassische Ketten, die durch Kreide und Eocänmulden geschieden sind, nicht zu reden von den grossen liegenden Ueberfaltungen, dem Klippenphänomen und dergleichen. Hier im Kaukasus alles je nur einmal — oder doch, falls sich an der Südseite noch grössere Komplikationen entdecken lassen, immer noch ein viel geringerer durch Faltung bedingter Wechsel der Gesteinszonen als in den Alpen.

Gewiss kann man sich vorstellen, dass unter der Schar der homoklinen paläozoischen Falten noch verborgene „Centralmassive", d. h. Auffaltungen der kristallinen Silicatgesteine liegen, und es ist denkbar, dass tiefere Erosion in Zukunft solche Kerne erschliessen lässt. Allein den alpinen Centralmassiven, welche die höchsten Gipfel bilden, könnten sie doch niemals an Bedeutung gleich sein. Obschon ja jetzt die Gipfelhöhen und Thaltiefen den Alpen sehr ähnlich sind, sind dennoch noch keine andern Centralmassive sichtbar geworden, ausser dem einen gewaltigen centralen Granitzug. Aber auch die jüngeren sedimentären Mulden fehlen zwischen den Kämmen der paläozoischen Zone. Es kann also der

einfachere Bau, der geringere und nicht sich repetierende Zonenwechsel nicht als bloss scheinbar und durch das jetzige Denudationsstadium bedingt angesehen werden. Vielmehr hat eben im Kaukasus, abgesehen von der einzigen Granitzone, durchweg die Faltung viel weniger tief ausgeholt als in den Alpen; die Höhenunterschiede von Gewölbescheitel und Muldenboden sind viel geringer geblieben. Es ist nur eine ganz gewaltige Auffaltung im Kaukasus da, während alle andern beiderseits nördlich in geringerer, südlich in grösserer Zahl und breiterer Zone sich anschmiegenden Falten von viel niedrigerer Ordnung sind.

Wenn man sich die homoklinen Zonen der paläozoischen Gebilde in einzelne Falten zerlegt denkt, bleibt dennoch die Zahl der Falten in einem Querprofil des Kaukasus wesentlich kleiner als in einem Querprofil durch die Alpen. Mir scheint, sie dürfte nicht die Hälfte derjenigen der Alpen betragen.

Statt dem enormen mannigfaltigen Wechsel in der Schichtstellung in den Alpen treffen wir im Kaukasus alles zusammengeordnet zu einem einzigen enormen breiten Fächer. Der Nordrand der Alpen beginnt schon im Miocän mit nördlich überliegenden Falten, welche die Schichtköpfe nach aussen wenden (Rigi, Speer etc.), und ebenso sind die ersten Kreideketten gestellt (Sentis, Küpfenkette, Pilatus etc.). Im Kaukasusnordrand sind keine nach aussen überliegenden Falten. Von Norden steigen die Kreide- und Jura-Schichten erst sanft — eben in der Region von Piatigorsk, sanft wellig gefaltet im Terekthal — gegen das Gebirge an. In der Liaszone folgt die Aufbiegung zur Vertikalstellung. Erst in den paläozoischen Schiefern oder den Gneissen ist zum ersten Male das Ueberkippen der Schichten zum Fächerrande ausgebildet. An der Grenze gegen den Granit fallen die Schiefer mit ca. 70° gegen das Centralmassiv ein. Das Granitmassiv in der Darielschlucht liegt nördlich der geometrischen Fächerachse. Die Nordgrenzfläche des Granites fällt noch ca. 85° gegen Süden. Der Kasbek steht auf den Vertikalschichten des Fächers, also auf der geometrischen Fächerscheitellinie oder Fächerachse. Zwischen Guletta und Dorf Kasbek stehen die paläozoischen Schiefer senkrecht. Bei Sion, bei Kobi fallen sie schon fast durchweg steil nördlich ein. Auf der Passhöhe von Kresto-

waja Gora sinken sie mit 50 bis 60° gegen Norden. Einzelne Umbiegungen, einzelne Schwankungen in der Schichtstellung vermögen kaum die Einförmigkeit des anhaltend nördlichen Einfallens etwas zu stören. Niemals folgt wieder Einfallen gegen Süden, nur die Steilheit des Einfallens schwankt etwas.

Ist die paläozoische Schieferzone auch durch viele Falten gebildet, so sind dieselben doch alle homoklin gestellt und nicht durch antiklinale oder synklinale Zonen älterer oder jüngerer Gesteine gegliedert.

Südlich von Passanur folgt Lias mit Nordfallen unter die paläozoischen Schiefer gehend, dann Dogger und Malm unter Lias nördlich einfallend, und bei Ginvani steigt der Jura ebenfalls überdachend südlich über das unten fast senkrecht gestellte Eocän hinauf.

Durchweg also grenzen am Südabfall die Zonen in überkippter Schichtstellung an einander, wie es der Fächerstruktur entspricht. Am Südabhang greift aber die Ueberkippung oder wenigstens Vertikalstellung bis ins Eocäne hinaus, am Nordabhang hingegen nur bis an den Lias. Hierin gleicht der Südabhang des Kaukasus mehr dem Nordabhang der Alpen und die Nordseite des Kaukasus hie und da dem Südabhang der Alpen.

Die Wasserscheide liegt auf diesem Querprofil des Kaukasus nicht im Centralmassiv. Der Terek hat das Centralmassiv in der Darielschlucht rückwärts durchschnitten. Die Wasserscheide in unserem Profil liegt sogar noch weit südlich der Fächerachse. Vom Adaikok bis zum Elborus hingegen, also westlich unseres Profiles, fällt die Wasserscheide in den südlichen Teil des granitischen Centralmassives, und die geometrische Stellung des Fächers ist eine andere geworden. Das Profil erleidet natürlich wesentliche Veränderungen gegen Westen wie gegen Osten; was ich hier an dem Profil längs der kaukasischen Strasse erläutere, darf nicht zu sehr verallgemeinert werden.

Ein weiterer sehr auffallender Unterschied gegenüber den Alpen liegt darin, dass im Kaukasus — offenbar zusammenhängend mit den einfacheren grossen Gestalten der Faltung im Gegensatz zu der viel verwickelteren Zerknitterung der Erdrinde in den Alpen — die mechanische Umformung der Gesteine weit weniger intensiv ist, als in den Alpen. Man findet nur selten eine Fläche

innerer Verschiebung, eine „Thrustplane", selten die durch Pressung und Verschiebung entstandenen Sericithäute in den Gesteinen. Wir haben nur selten feine Fältelungen gesehen; nur an wenigen Stellen war etwas Clivage bemerkbar; meist dagegen ist die ursprüngliche Schichtung klar und unverwischt zu erkennen. Deformierte Gerölle, deformierte Petrefakten, Dislokationsbreccien oder gar Linearstreckung in den Gesteinen, welche Dinge man in den Alpen auf Schritt und Tritt findet, haben wir im Kaukasus vergeblich gesucht. Die paläozoischen Schiefer sehen oft nicht anders aus, als die Liasschiefer. Deutliche Stauungsmetamorphose (Zoisit- und Granatglimmerschiefer, Oolithe mit flachen Körnern, Sericitschiefer, saussuritisierte Gesteine, Albitsandsteine, Cippoline) haben wir auf unserer Linie nicht gefunden, und sollten dergleichen Erscheinungen doch vorkommen, so steht jedenfalls ihre Geringfügigkeit und Seltenheit mit der Gewöhnlichkeit dieser Folgen der mechanischen Gesteinsumformung in den Alpen in einem auffallenden Gegensatz. Am Südausgang der Darielschlucht findet man nur in einzelnen Streifen den Granit etwas protoginisiert oder zu Augengneiss umgewandelt. Gegen die Passhöhe hinauf sind die (paläozoischen?) Kalkschiefer etwas marmorisiert, aber nirgends auch nur annähernd so wie z. B. die Jurakalke der Alpen bei Andermatt, im St. Petersthal oder Blegnothal. Die Diabasgänge beim Devdorokgletscher sollen mikroskopisch Dynamometamorphose erkennen lassen (Loewinson-Lessing), aber makroskopisch ist sie kaum bemerkbar. Der Kaukasus ist also mechanisch ein viel milderes Gebirge als die Alpen. Im Kaukasus hätte man niemals die mechanische Gesteinsumformung durch die Gebirgsbildung entdecken und deren Bedeutung ahnen können. Die höchsten Leistungen der gebirgsstauenden Kraft, die Umlagerung der Molekule und Atome, die Umbildung der innersten Strukturen sind kaum angedeutet.

IV. Das Alter des Kaukasus.

In unserem gedruckten Exkursionsführer durch den Kaukasus sind verschiedene faltende Bewegungen im Kaukasusgebirge aus verschiedenen Zeiten angenommen. Das ist der einzige Punkt, in welchem ich demselben widersprechen muss.

Ich habe so wenig wie Favre irgendwo vom Miocän bis hinab zu den krystallinischen Silicatgesteinen eine sichere Transgressionsdiscordanz finden können, welche auf eine ältere Faltung vor Ablagerung der jüngeren Schichten gedeutet werden könnte. Die Profile von Favre aus dem Thale des Tscherek nördlich des Kachtantau zeigen sehr deutlich den allmählichen Übergang von der flachen Aufrichtung des Malm zur Steilstellung in Lias und krystallinischen Schiefern (verglichen mittlere Profilcoulisse in Fig. 1 rechts des Elborus). Ich glaube im Terekprofil in dem Longitudinalthal bei Djerakow ganz deutlich erkannt zu haben, dass zwischen Malm, Lias und paläozoischen Schiefern absolut keine Discordanz vorhanden ist.

Im Profile von Piatigorsk gegen den Tachburun am Elborus stossen die flach nordfallenden Liasschiefer nach den mir von Prof. C. Schmidt (Basel), der diese Stelle gesehen hat, gemachten Mitteilungen mit Aufknickung an den Sericitgneissen ab (hinterste Coulisse in Fig. 1 rechts vom Elborus). Die Grenzfläche ist eine Rutschfläche, es handelt sich hier um eine Dislocationsdiscordanz, um das Abscheeren eines Mittelschenkels, das bei der gemeinsamen Aufrichtung entstanden ist, nicht um eine alte Discordanztransgression. Am Südabhang des Kaukasus trafen wir von dem Paläozoikum bis ins Sarmatische hinein ebenfalls nirgends auf eine Discordanztransgression, nur auf Dislokationsdiscordanzen, hervorgegangen aus gleichzeitiger, aber ungleichartiger Bewegung verschiedener Schichtmassen.

Eine herrliche Transgressionsdiscordanz aber folgt am Südfusse des Kaukasus über dem Miocän: Das für Pliocän angesehene Konglomerat von Bodorno liegt flach auf den Köpfen der senkrecht gestellten paläogenen Gebilde bei Duschet und setzt dann in einer Terrasse fort bis Tiflis. Am Abhang gegen den Fluss trifft man meist unter dem fast horizontal geschichteten Conglomerat, das einen vom Kaukasus abgeschwemmten Schuttkegel darstellt, erst geschwemmte Lösse, dann stets die aufgerichteten oben durch den älteren Fluss abgehobelten Oligocän- und Miocänschichten. Die Mächtigkeit des Konglomerates nimmt gegen Süden ab und mehr und mehr stellen sich Sande dafür ein. Auf solchen Erosionsterrassen im gefalteten Tertiär und mit nur noch wenig Accumulationsbedeckung liegt Tiflis, und in den Bergen

beiderseits des Thalbodens erhebt sich das gefaltete Tertiär über die Terrasse des Bodornokonglomerates hinauf.

Bei Duschet ist das Bodornokonglomerat von grosser Mächtigkeit. Es steht auf der Passhöhe zwischen Annanur und Duschet an, geht aber hier, ähnlich wie der Deckenschotter im Zürichseethale, nicht in die Thalgründe hinab. Am besten konnten wir es in dem Querthal oberhalb des Eintrittes der Aragwa in die Kura beobachten, welch letztere dort von Westen her aus einem Antiklinalthal kommt.

Das Bodornokonglomerat besteht hier ganz vorherrschend aus Kalkgeröllen, entsprechend den jurassischen Kalken, die früher wohl noch weiter über das Gebirge gingen; dann finden sich darin Gerölle von Eocän und von paläozoischen Schiefern und Kalken, von Porphyriten und Diabasen. Andesitlavageröllе, die so massenhaft im Geschiebe der jetzigen Aragwa liegen, haben wir im Bodornokonglomerat erst nicht, dann nur vereinzelt gefunden; sie sind vorhanden, aber sehr spärlich. Sehr viele kalkige Gerölle des Bodornokonglomerates zeigen sogenannte „Eindrücke". Allein man findet die Ränder der Eindrücke abgerundet und im Konglomerate nicht diejenigen Gerölle beisammen, die aneinander die Eindrücke erzeugt haben. Es sind also hier zum Teil Gerölle mit Eindrücken aus älteren Konglomeraten abermals zusammengeschwemmt. Was diese älteren Konglomerate waren, wissen wir freilich nicht. Rutschspiegel an den Eindrücken und Geröllen, wie sie in der dislocierten schweizerischen Miocännagelfluh so häufig sind, habe ich nicht gesehen.

Da erstens lössartige, freilich geschwemmte, feine Sande mit Geröllen an vielen Orten über den Schichtköpfen des Miocän liegen und die Bodornokonglomerate erst über den Schwemmlössen folgen, da ferner in dem Konglomerat die Eindrücke nicht in situ gebildet sind, da drittens das Konglomerat nicht über die Berge weggeht, sondern nur als hohe Terrasse (zwischen Tsilkany und Mtzket 30 bis 50 m) über der Aragwa erscheint, und endlich weil im Bodornokonglomerat Andesitgerölle vorkommen, die Andesitausbrüche aber entschieden jünger als Tertiär überhaupt sind, so halte ich das Bodornoconglomerat viel eher für eine fluvioglaciale Bildung des Diluvium, als für Pliocän. Allerdings muss es dann wohl dem älteren Teile der Diluvialzeit

zugeschrieben werden, da seine Andesitgerölle noch so spärlich sind. Die Andesite gehören in der Hauptmasse der jüngeren Vergletscherung und der Postglacialzeit an. Das Einschneiden von Aragwa und Kura unter die Terrassen von Tsilkany und Tiflis ist wohl grösstenteils während und seit den Vulkanausbrüchen, vermutlich erst postglacial geschehen.

Die jüngsten harmonisch mit dem Kaukasus gefalteten Schichten sind hier die sarmatischen. Die ältesten, nicht mehr von der Faltung ergriffenen, schon vom Gebirge abgeschwemmten Schichten sind die, vielleicht pliocänen, eher schon altdiluvialen Bodornokonglomerate. Die Faltung des Kaukasus fällt somit in die Pliocänzeit und die lavaarmen Bodornokonglomerate beweisen uns, dass die Faltung schon mehr oder weniger fertig vollzogen und das Gebirge schon durchthalt war, bevor die Andesiteruptionen in diesen Thalgebieten erfolgt sind. Damit steht in Übereinstimmung, dass die Andesitströme fast durchweg in ihrem Gang von den jetzigen Thalformen geleitet sind und die seitherige Erosion nur einen meistens kleinen Bruchteil der ganzen Thalbildung darstellt.

Da wir ferner nirgends eine Discordanztransgression finden vom Sarmatischen bis ins Paläozoische und Archäische hinab, so kommen wir zu dem Schlusse, dass der Kaukasus nicht in verschiedenen Perioden Stück um Stück, sondern, wenn auch noch so langsam, doch in einem Male ganz und gar in der Pliocänzeit aufgestaut worden ist.

In vollkommener Übereinstimmung mit den Lagerungsverhältnissen im Aragwa- und Kurathale stehen die Erscheinungen am östlichen und westlichen Ende des Kaukasus. Bei Baku finden wir die Miocänschichten und sogar noch das Untere Pliocän gefaltet, den oberpliocänen Bakukalk aber als discordante flache Decke aufliegend. Bei Kertsch sind die sarmatischen Schichten dislociert.

Auch in den Alpen treffen wir das Obermiocän noch gefaltet, Pliocän zum Teil noch mitgehoben, Unterdiluvium an den Thalflanken oder auf den niedrigen Vorbergen als fluvioglaciales Decken- und Terrassen-Konglomerat discordant auf die obermiocänen Schichtenköpfe gesetzt. In den Alpen sind ältere Discordanztransgressionen (zwischen Carbon und Trias) nur strich-

weise zu finden, auf weiten Gebieten hat vollständig einheitliche, gleichzeitige Faltung alle Schichten vom Archäischen bis und mit dem Miocän harmonisch ergriffen. Alpen und Kaukasus sind also gleich alt, oder besser geologisch gesprochen, gleich jung. Sie sind beide durch einheitliche Faltung einer vorher gar nicht oder nur strichweise und nur wenig dislocierten Zone während der Pliocänzeit aufgetürmt.

Nachher aber hat sich das Schicksal der beiden Gebirge verschieden gestaltet. Während des Diluviums (in der ersten Interglacialzeit) sind die Alpen etwas nachgesunken und dadurch ihre Thalböden zu Seen ertrunken, im Kaukasus hingegen brachen zu eben dieser Zeit die Andesitvulkane aus. Dort Seebildung, hier Vulkane! Ist vielleicht das vulkanische Leben die Ursache dafür, dass im Kaukasus die seebildende Einsenkung noch nicht stattgefunden hat? Steht vielleicht damit in Zusammenhang, dass der durch die Pendelbeobachtungen im Kaukasus nachgewiesene „Massendefekt" bedeutend geringer ist, als in den Alpen?

Der Kaukasus hat die höheren Gipfel; die höchsten sind die dem schon vorhandenen durchthalten Kettengebirge zuletzt aufgesetzten Vulkane. Allein die Alpen sind strategraphisch, petrographisch und tektonisch doch viel mannigfaltiger, viel grossartiger, sie sind durch einen viel gewaltigeren Zusammenschub in der Erdrinde erzeugt worden, als der mächtige Kaukasus.

liegenden Fall, dass die Herren in Kairo die dort liegenden neuen Arten ebenfalls benannt haben möchten, die Priorität für die Namen, welche ich meinen neuen Arten gegeben habe, mir auf alle Fälle zu sichern, mit um so mehr Recht, denke ich, als ich diese Arten als Erster in die Hand bekam und als ich mir so die eventuelle Mühe erspare, eine Anzahl Namen in den Katalogen der hiesigen Petrefakten-Sammlungen und auf den je zwei Etiquetten nachträglich abzuändern. Um dann dem neuen Gesetz der Zoologen zu gehorchen, nach welchem eine Diagnose nicht mehr genügt, um der neuen Art den zuerst gegebenen Namen zu sichern, gebe ich auf beiliegenden 4 Tafeln die Skizzen meiner Spezies, gewärtig, dass Herr Gauthier in seinem Werke, wo möglich, vollständigere Abbildungen davon herstellen lassen werde.

* * *

Sismondaea macrophylla M.-E. — Tafel III, Figur 1.

Sehr klein, fast kreisrund, vorne etwas verschmälert, oben sehr stumpf-kegelförmig, unten in der Mitte leicht konkav. Fühlergänge in der Mitte verhältnismässig breit, fast bis zum Schalenrande reichend. Porenzonen sehr schmal. Periprokt um ein Drittel dem Rande näher als dem Peristom. — Länge 4½, Breite 4 mm.

Diese kleinste Sismondaea unterscheidet sich von S. Logotheti ausser durch ihre Kleinheit, durch ihre breitern Fühlergänge und durch ihr dem Rande etwas näher gelegenes Periprokt; von S. vicentina ebenfalls durch ihre Kleinheit und durch die Lage des Periproktes, vielleicht auch durch ihre der S. Logotheti ähnlichere Gestalt und ihre längeren Fühlergänge. S. anguillana ist viel grösser und gewölbter.

Parisianum II, b-c: Uadi el Tih bei Kairo. — Unicum.

Sismondaea Zitteli M.-E. — Tafel III, Figur 2.

Meistens klein, kreisrund bis leicht eiförmig, mit etwas verdicktem Rande, oben flach, unten in der Mitte leicht konkav. Fühlergänge etwas breit und kurz, durch die Porenzonen in drei gleiche Teile geteilt. Porenreihen lax. Periprokt beinahe randlich. — Länge gewöhnlich 5—6, im Maximum 8½ mm.

Viel kleiner als die formverwandte S. occitana, sonst verschieden durch die Ambulakren und die Lage des Periproktes.

S. Antillarum hat andere Fühlergänge und eine andere Lage des Periproktes.

Londinianum II, c: Minieh (4—5).

Conoclypeus Sowerbyi M.-E. — Tafel IV, Figur 5.

Gross, stumpfoval, hoch, glockenförmig. Scheitel etwas nach vorn gerückt; Fühlergänge ziemlich breit, vertieft, bis zum Schalenrande reichend. Porenzonen in der Mitte der Länge so breit als ihr Zwischenraum, mit feinen, äusserst gedrängten Porenfurchen. Zwischenfühlergänge, ausser am Schalenrande vorragend, in der Mitte flach. — Länge 102, Breite 90, Höhe 65 mm.

Mit C. pulvinatus und C. Duboisi zunächst verwandt, länglicher, höher, mit breitern Porenzonen und feineren, gedrängteren Porenfurchen.

Londinianum I: Garet Wilcocks *) bei Esneh. Sehr selten?

Pygorhynchus grandiflorus M.-E. — Tafel III, Figur 5.

Gleichmässig rundlich-oval, breit, oben fast flach, sehr dickrandig, unten um den Peristom leicht konkav. Scheitel etwas nach vorn gerückt. Fühlergänge lanzettförmig, in der Mitte vorragend. Peristom so ziemlich zentral. Periprokt leicht oberrandlich. — Länge 28, Breite 25, Höhe 14 mm.

Durch seine breite, flache Gestalt von P. Whrighti unterschieden.

Londinianum II, c: Minieh (1).

Clypeus (Semiclypeus) pretiosus M.-E. — Tafel III, Figur 6.

Kreisrund, oben regelmässig und schwach gewölbt, etwas dickrandig, unten leicht konkav. Scheitel etwas excentrisch nach hinten. Fühlergänge lanzettförmig, sehr breit, am Schalenrande mässig verschmälert. Porenzonen breit, mit sehr feinen und zahlreichen Porenfurchen. Zwischenporenzonen dem Schalenrande zu fast regelmässig allmählich verbreitert. Wärzchen äusserst zahlreich, sehr klein, gleich und regelmässig, auf den Porenzonen-Zwischenbändern in zwei durch eine glatte, dicke Linie getrennten Serien

*) So taufe ich die namenlosen Felsen, fünfzehn Kilometer westlich von Esneh, wo die Herren Sickenberger und Wilcocks eine Menge schöner Seeigel gesammelt haben.

von je vier bis fünf Wärzchen stehend, welche durch ihre sich schief kreuzende Stellung ein feines und elegantes Netz bilden. Peristom und Periprokt zerstört, letzteres indessen offenbar unter dem Scheitel, oberflächlich gelegen gewesen. — Grösse 80, Höhe 28 mm.

Dank den auf seiner eingedrückten Unterseite sichtbaren Nummuliten, ist das eocäne Alter dieses Clypeus so gut gesichert als seine Gattung durch seine Merkmale. Ich unterscheide — ob als Erster? — als Untergattung die wenigen Arten mit oberflächlichem Periprokt.

Parisianum I, a: Mokattam. — Unicum.

Echinolampas amygdalina M.-E. — Tafel III, Figur 4.

Schildförmig, das heisst länglich, nach hinten allmählich erweitert, dann raschef verschmälert und sehr leicht schnabelförmig zugespitzt, mässig bis etwas hoch, oben mehr oder weniger flach gewölbt, unten um das Peristom leicht konkav. Scheitel excentrisch nach vorn. Fühlergänge etwas breit, beim Scheitel rasch erweitert, gegen den Rand langsam verschmälert. Porenzonen normal breit. Körnelung äusserst fein und gedrängt.

Ähnlich E. Jacquemonti, jedoch viel kleiner und schmäler.

Londinianum I, b: Garet Wilcocks. (2)

— II, c: Todtenberg bei Siut. (3—4)

Echinolampas Miniehensis M.-E. — Tafel IV, Figur 1.

Kurz-elliptisch bis leicht schildförmig, das heisst, hinten leicht verschmälert, mehr oder weniger flachgewölbt, nicht hoch; unten der Länge nach leicht konkav. Scheitel mässig excentrisch nach vorn. Fühlergänge auf dem Rücken breit, fast rosettenförmig, über dem Rande leicht geöffnet. Porenzonen etwas breit, beide zusammen breiter als ihr Zwischenraum; Porenfurchen fein und gedrängt. Körnelung fein, nicht sehr gedrängt. Peristom fast zentral. — Länge 38, Breite 30, Höhe 16—18 mm.

Etwas länger als E. amygdala, nicht so dickrandig, mit breiteren Fühlergängen, ähnlich denen von E. Crameri.

Londinianum II, c: Minieh. (3—2)

Echinolampas praecedens M.-E. — Tafel IV, Figur 2.

Schildförmig, das heisst hinten langsam verschmälert und zugespitzt, niedrig, oben flachgewölbt. Scheitel sehr excentrisch

nach vorn. Fühlergänge ungleich, mässig breit, die hinteren viel länger als die vorderen; Porenzonen schmal. Peristom etwas weniger excentrisch als der Scheitel. Körnelung äusserst fein und gedrängt. — Länge 39, Breite 29, Höhe 14 mm.

Grösser, länger und flacher als E. amygdalina. Kleiner, kürzer und spitziger als E. elliptoidalis, auch mit breiteren Fühlergängen. Kürzer und flacher als E. Clevei.

Londinianum I, b: Garet Wilcocks. (1?)

Pygurus nummuliticus M.-E. — Tafel III, Figur 3.

Fast viereckig, leicht mehreckig, kaum länger als breit, ein wenig nach hinten erweitert, am hintern Ende, zwischen den Fühlergängen, in der Mitte abgestutzt, links und rechts leicht ausgeschnitten. Oberseite schwach gewölbt, leicht wellig, zwischen den hintern Fühlergängen stumpf-zweikantig. Scheitel mässig excentrisch nach vorn, kaum vorragend. Fühlergänge lanzettförmig, am Ende mässig verschmälert; Porenzonen schmal, vertieft. — Länge und Breite um die 40, Höhe um die 15 mm.

Das Vorkommen einer Pygurus-Art im Mitteleocän ist zwar wohl interessant, indessen nicht besonders auffallend, da die Gattung bereits aus der obersten Kreide bekannt ist.

Parisianum II, b: El Boraz.*) — Unicum.

Nucleolites avellana M.-E. — Tafel IV, Figur 4.

Gut haselnussgross und haselnussförmig bis an die flache untere Seite. Scheitel sehr exzentrisch nach vorn. Fühlergänge lanzettförmig, das vordere Paar sehr wenig schief gestellt; Porenzonen breit. Peristom wenig excentrisch, fünfeckig, quer. Periprokt leicht oberrandlich. — Länge 15, Breite 13, Höhe 9 mm.

Viel kleiner als die formverwandten cretacischen Arten.

Parisianum I, b: Minieh. — Unicum.

Caratomus londinianus M.-E. — Tafel IV, Figur 3.

Erbsengross, gerundet-eiförmig, wenig länger als breit, nach hinten unbedeutend verbreitert, zuletzt rasch verschmälert und stumpf zugespitzt. Oberseite gewölbt, in der Scheitel-Gegend

*) „Der Pass", so benenne ich als guten Petrefaktenfundort die nicht schwierige Passage vom Thale auf das Doleritplateau, welche, etwas weiter als der einsame Korallen-Hügel, zehn bis zwölf Kilometer westnordwest von Dimé beginnt.

etwas flach. Scheitel mässig excentrisch nach vorn. Fühlergänge brettförmig, etwas breit, jedes der Paare sehr divergierend; Porenzonen etwas schmal. Peristom central, schief. Periprokt im dicken Rande, quer. — Länge 6½, Breite 5, Höhe 4 mm.

Diese erste tertiäre Caratomus-Art steht einigermassen zwischen den C. faba und rostratus, aus dem Cenomanianum I, in der Mitte.

Londinianum II, c: Todtenberg bei Siut. — Zwei Exemplare.

Micraster (Epiaster) ultimus M.-E. — Tafel VI, Figur 6.

Etwas länglich herzförmig, vorne leicht ausgeschnitten, hinten schmal abgestutzt. Oberseite seitlich konvex, in der Mitte eben. Unterseite uneben flach. Scheitel mässig excentrisch nach vorn. Ambulakren ungleich; das unpaarige in einer breiten, seichten Rinne; das vordere Paar völlig quer; das hintere Paar etwas kürzer, fast parallel. Körnelung sparsam, etwas grob. — Länge 15, Breite 13½, Höhe 8 mm.

Diese, soviel ich weiss, erste tertiäre Epiaster-Art zeichnet sich zunächst durch ihre Kleinheit aus. Im Umrisse ahmt sie die gewöhnlichen Neocom-Toxaster nach.

Suessonianum I: El Kárah, Berg bei Assuan. Unicum.

Hemiaster Wilcocksi M.-E. — Tafel V, Figur 2.

Rundlich-eiförmig, an beiden Enden gleich abgerundet, vorne mässig ausgeschnitten, hinten kurz und stumpf abgestutzt. Oberseite mässig hoch, konvex, nach vorn leicht abfallend. Scheitel beinahe central. Fühlergänge ungleich, wenig vertieft, der unpaarige in einer etwas breiten, wenig tiefen, im Grunde flachen Rinne; das vordere Paar etwas lang und breit, stark divergierend; das hintere Paar bedeutend kürzer und schmäler, einen spitzigen Winkel bildend. Unterseite flach-konvex. Körnelung sehr zerstreut, unten gröber als oben. — Länge 33, Breite 30, Höhe 19 mm.

Eine durchaus cretacische Form, ähnlich H. Orbignyi, H. Phrinus etc., runder, niedriger als ersterer, grösser, weniger rund als der andere. Viel grösser als die meisten tertiären Arten, flacher als die übrigen.

Londinianum I, b: Garet Wilcocks. — Unicum.

Hemiaster (Periaster) Fourtaui M.-E. — Tafel V, Figur 1.

Gerundet-eiförmig, sehr dickrandig, oben flach gewölbt, vorne leicht ausgeschnitten, hinten mässig breit und stumpf abgestutzt. Scheitel central. Rinne tief und breit, im Grunde flach, mit hohen, ausgeschweiften und kantigen Rändern. Vordere Fühlergänge etwas lang, vertieft, stark divergierend; hintere ziemlich kürzer und schmäler, ebenfalls vertieft, einen spitzigen Winkel bildend. Untere Seite flach-konvex. Körnelung oben fein und gedrängt, um das Peristom gröber und zerstreut. — Länge bis 37, Breite 30, Höhe 22 mm.

Nach Goldfuss' Abbildung des P. suborbicularis zu urteilen, unterscheidet sich gegenwärtige Art von jener, abgesehen von ihrer geringeren Grösse, durch ihre breitere, tiefere vordere Rinne und durch ihre ungleicheren, viel weniger divergierenden Fühlergänge. Laube's P. scarabaeus hat längere, divergierendere Ambulakren. P. obesus ebenfalls.

Parisianum I, e: Mokattam. (2) — Vier Exemplare.

Hemiaster (Periaster) nubicus M.-E. — Tafel VI, Figur 2.

Länglich-herzförmig, vorne in der Mitte mässig ausgeschnitten, hinten allmählich verschmälert, am Ende schmal abgestutzt. Oberseite etwas niedrig, flachgewölbt. Unterseite leicht konvex. Scheitel mässig excentrisch nach vorn. Fühlergänge sehr ungleich: der unpaarige in einer im Grunde schmalen, seitlich sanftböschigen Rinne; das vordere Paar etwas lang, einen sehr stumpfen Winkel bildend; das hintere Paar kürzer, einen spitzigen Winkel bildend. Körnelung grob und zerstreut. — Länge 41, Breite 37, Höhe 20 mm.

Ähnlich dem P. spatangoides, schmäler, weniger hoch, mit im Grunde engerer hinterer Rinne.

Suessonianum I: Hügelkette zwischen Assuan und Kurkur. — Unicum.

Brissopsis Pasqualii M.-E. — Tafel V, Figur 3.

Stumpf-eiförmig, fast quadratisch, vorne etwas breiter als hinten, breit und seicht ausgeschnitten. Obere Seite nicht hoch, in der Mitte flach. Scheitel ganz wenig excentrisch nach vorn. Fühlergänge fast oberflächlich, sehr ungleich; unpaariger in einer breiten, leicht ausgehöhlten Rinne; vorderes Paar blattförmig, das

heisst lang und in der Mitte breit; hinteres Paar bedeutend kürzer, ebenfalls breit. Unterseite leicht konvex. Körnelung mehr oder weniger grob, zerstreut. — Länge 20, Breite 18, Höhe 11 mm.

Unterscheidet sich von der zunächst stehenden B. angusta durch seine kürzere Gestalt, seine breitere Rinne, seine längeren und breiteren vorderen und seine kürzeren, schiefer stehenden, hinteren Fühlergänge.

Londinianum I, b: Ramaga bei Edfu. (2—1)

Linthia Hessi M.-E. — Tafel VI, Figur 5.

Nahezu eiförmig, vorne leicht ausgeschnitten, hinten etwas breit stumpfwinklig abgestutzt. Oberseite etwas niedrig, unregelmässig flachkonvex, vom Scheitel nach hinten sanft abfallend. Scheitel central. Fühlergänge ungleich, der unpaarige in einer breiten, seichten Rinne; das vordere Paar ziemlich schräg, vertieft; das hintere Paar etwas kleiner, vertieft, einen spitzigen Winkel bildend. Unterseite im Schildteile etwas gewölbt. Periprokt oben an einer breiten, seichten Rinne. Körnelung im ganzen fein, um das Peristom etwas gröber und zerstreuter. — Länge 22, Breite 20, Höhe zirka 14 mm.

Wenn auch schlecht erhalten, nämlich oben etwas eingedrückt und mit zum Teil zerstörten Ambulacren-Details, lässt sich vorliegender kleine Seeigel unschwer als eine Linthia erkennen und zwar an seiner allgemeinen und nach hinten abfallenden Gestalt, an seiner breiten vordern Rinne, an seinen vertieften Fühlergängen und an seiner subanalen Rinne. Von der ähnlichen L. Navillei, aus dem unteren Parisianum, unterscheidet sich die neue Art durch ihre schmälere und viel niedrigere Gestalt, durch ihre seichte Rinne und durch ihre schieferen vorderen Fühlergänge.

Parisianum II, a: Moses-Brunnen am hinteren Mokattam. — Unicum.

Schizaster indigenus M.-E. — Tafel VI, Figur 4.

Fast herzförmig, in der Mitte am breitesten, vorne verschmälert und abgerundet, in der Mitte kaum merklich ausgeschnitten, hinten rasch zugespitzt, mässig hoch, nach vorn sanft abfallend. Scheitel sehr excentrisch nach hinten. Rinne breit, etwas seicht, im Grunde eben, mit sehr ausgeschweiften Rändern.

Vordere Fühlergänge ziemlich nach vorn gerichtet, grade, ziemlich lang und breit; hintere ganz klein, stark divergierend. Untere Seite mässig konvex. Körnelung fein, nicht gedrängt. — Länge bis 35, Breite 32, Höhe zirka 20 mm.

Zunächst mit S. belutschistanicus, der etwas seltener neben ihm vorkommt, verwandt, und nur durch seine breite, seichte Rinne und seine breiteren, graderen, vorderen Fühlergänge von ihm unterschieden. Ob nur Geschlechtsunterschied?

Londinianum I, b: Garet Wilcocks. (1?)

Parisianum I, c: El Alamne bei Beni Suef (4).

Schizaster Mongei M.-E. — Tafel VI, Figur 3.

Vollkommen herzförmig, etwas vor der Mitte am breitesten, vorne in der Mitte deutlich ausgeschnitten, hinten stumpf zugespitzt. Oberseite mässig hoch, am Rande stark konvex, oben flach-konvex, vom Scheitel nach vorn sanft abfallend. Scheitel central. Rinne breit, mit ziemlich steilen Rändern. Fühlergänge vertieft, das vordere Paar stark divergierend, spitz-elliptisch; das hintere Paar einen spitzigen Winkel bildend, länglich-eiförmig. Unterseite flach-konvex. Körnelung oben fein und dicht, unten gröber und etwas zerstreut. — Länge 39, Breite 35, Höhe 24 mm.

Dieser Schizaster hat ganz die Gestalt eines Micraster cor-anguinum, ausser dessen hohe Form; er besitzt indessen ganz andere Fühlergänge und zeigt übrigens deutliche Spuren der peripetal- und subanal-Fassiolen. Der einigermassen ähnliche Sch. Loveni hat andere Fühlergänge.

Londinianum I, b: Mitte Uadi Siut. — Unicum.

Macropneustes Schweinfurthi M.-E. — Tafel VI, Figur 1.

Nahezu kreisrund, vorne seicht und breit ausgeschnitten, hinten leicht abgestutzt. Oberseite am Rande steil, oben flachkonvex, hinten nur wenig höher als vorne. Scheitel central, Rinne breit und sehr seicht. Fühlergänge vertieft, lang und schmal, besonders die vorderen, ganz wenig gebogen: Porenzonen so breit als ihr Zwischenraum. Unterseite flach. Körnelung fein und zerstreut. — Länge 65, Breite 67, Höhe 38 mm.

Durch seine rundliche Gestalt, bei seiner Grösse, von allen anderen Arten gut unterschieden.

Parisianum I, d: Oase Moeleh. — Unicum.

Macropneustes Sickenbergeri M.-E. — Tafel III, Figur 4.

Von eiförmigem Umrisse, bald etwas länger, bald etwas kürzer, helmförmig hochgewölbt, am höchsten hinter dem Scheitel, vorne mehr oder weniger steil abfallend und leicht ausgeschnitten, hinten stumpf zugespitzt. Scheitel sehr excentrisch nach vorn. Fühlergänge etwas vertieft, flach, lang, brettförmig, am Ende ziemlich offen; Porenzonen so breit als ihr Zwischenraum. Vordere Rinne mässig breit, sehr seicht. Unterseite unregelmässig flach. Körnelung oben etwas fein, ziemlich gleich, sehr zerstreut, unten ungleicher und dichter. — Länge 95, Breite 79, Höhe 55 mm.; bei einem zweiten Exemplare Länge 90, Breite 80, Höhe 55 mm.

Nahe verwandt mit M. Meneghinii, aus dem Tongrianum I des Vicentino, unterscheidet sich diese grosse Art von ihrer Nachfolgerin hauptsächlich durch ihre längeren, mehr brettförmigen und weniger zugespitzten Fühlergänge, ihre höchste Höhe hinter statt vor dem Scheitel und ihre viel zerstreutere, einförmigere Körnelung. Von M. crassus, den ich als aus dem Parisian I, a des Mokottam stammend zu vermuten Grund habe, unterscheiden sie ihre Höhe und ihr excentrischer Scheitel.

Londinianum I, b: Garet Wilcocks.

Macropneustes similis M.-E. — Tafel VI, Figur 7.

Fast eiförmig, nur vorne ganz leicht ausgeschnitten, hinten aber mässig breit senkrecht abgestutzt. Oberseite etwas hoch, dachförmig bis gegen den dicken Rand. Scheitel sehr excentrisch nach vorn, Rinne seicht und etwas breit. Fühlergänge vertieft, gleich lang, am Ende wenig verschmälert; das vordere Paar quer, fast in einer Linie; das hintere Paar einen sehr spitzigen Winkel bildend. Unterseite uneben flach. Körnelung oben äusserst fein und gedrängt, unten gröber und zerstreut. — Länge 33, Breite 30, Höhe 18 mm.

Sehr ähnlich dem mitvorkommenden M. Lefebvrei, etwas breiter, höher und dachförmig, statt flachkonvex, mit vertieften statt oberflächlichen Fühlergängen. M. brissoides ist grösser und runder, auch gewölbter.

Londinianum I, b: Garet Wilcocks. — Zwei Exemplare.

Zürich, März 1898.

Erklärung der Tafeln.

Tafel III.

Figur 1. Sismondaea macrophylla.
„ 2. — Zitteli.
„ 3. Pygurus nummuliticus.
„ 4. Echinolampas amygdalina.
„ 5. Pygorhynchus grandiflorus.
„ 6. Clypeus pretiosus.

Tafel IV.

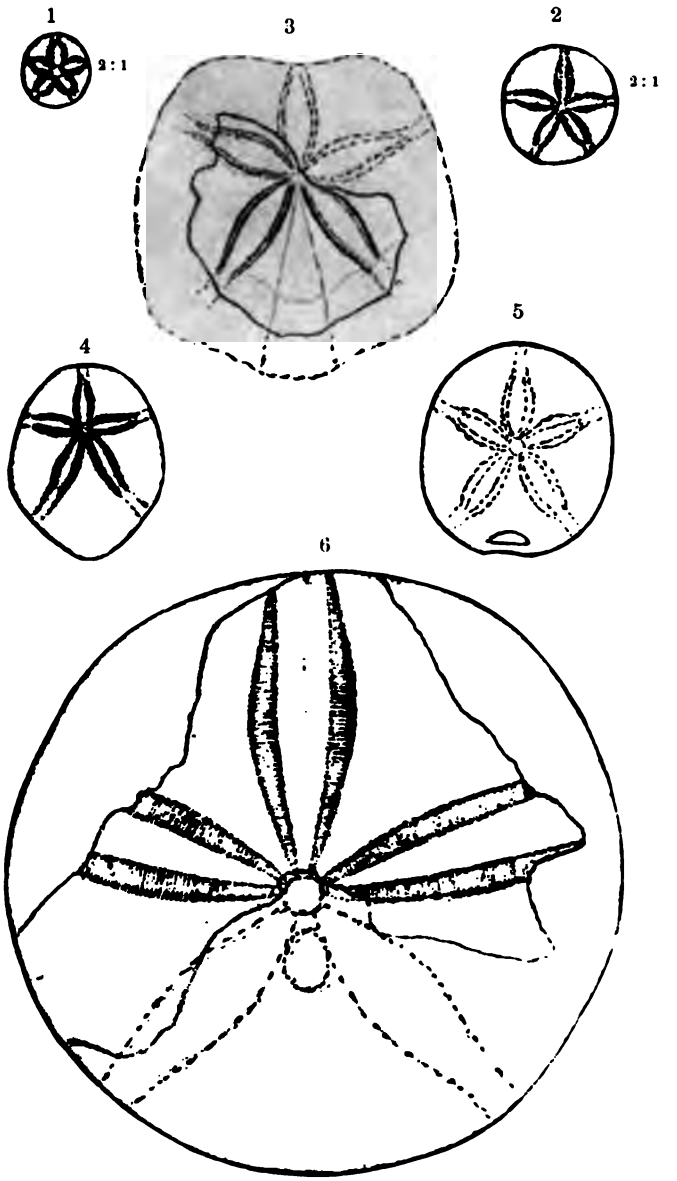
Figur 1. Echinolampas Miniehensis.
„ 2. — praecedens.
„ 3. Caratomus londinianus.
„ 4. Nucleolites avellana.
„ 5. Conoclypeus Sowerbyi.

Tafel V.

Figur 1. Hemiaster Fourtaui.
„ 2. — Wilcocksi.
„ 3. Brissopsis Pasqualii.
„ 4. Macropneustes Sickenbergeri.

Tafel VI.

Figur 1. Macropneustes Schweinfurthi.
„ 2. Hemiaster nubicus.
„ 3. Schizaster Mongei.
„ 4. „ indigenus.
„ 5. Linthia Hessi.
„ 6. Micraster ultimus.
„ 7. Macropneustes similis.



M.-E. del.

mit der analysierenden Polarisationsebene (Hauptschnitt des Analysators) und sodann Δ_o und Δ_e die Verzögerungsphasen der gewöhnlich und ungewöhnlich gebrochenen Strahlen in der ersten Platte Δ'_o und Δ'_e aber die entsprechenden Grössen für die zweite Platte der Savart'schen Doppelplatte darstellen. Das zweite Glied in der Klammer ist also der Ausdruck, welcher die Interferenzstreifen bedingt. Die Lichtintensität der hellen Streifen im homogenen Licht wird somit sein:

$$J_{max.} = A \cdot \cos^2 (v - \alpha)$$

und die der dunkeln Streifen:

$$J_{min.} = A \cdot [\cos^2 (v - \alpha) - \sin 2\alpha \cdot \sin 2v]\cdot$$

Also ist die Differenz D beider Intensitäten, d. h. der hellen und dunkeln aneinandergrenzenden Streifen:

$$D = A \cdot \sin 2\alpha \cdot \sin 2v.$$

Bei meinem Instrument ist der Winkel α beim Gebrauch konstant und dagegen v variabel. Die Aenderung, welche diese Differenz D bei der Drehung des Polarisators um den kleinen Winkel dv erfährt, ist daher gegeben durch:

$$d D = A \sin 2\alpha \cdot 2 \cdot \cos 2v \cdot dv.$$

Hieraus ist ersichtlich, dass der Einstellungsfehler dv des Polarisators im Moment des Verschwindens der Interferenzstreifen, wo $v = 0^0$ oder 90^0 ist, für einen gewissen eben noch wahrnehmbaren Intensitäts-Unterschied D am kleinsten ist, wenn $\alpha = 45^0$ gemacht wird. Daher meine ursprüngliche Normierung dieses Winkels.

Nun hängt aber die Empfindlichkeit des Auges, wie Herr Lippich gezeigt hat, nicht sowohl von dieser Differenz als vielmehr von ihrem Verhältnis zur ganzen Helligkeit des Gesichtsfeldes ab, und da diese im Moment des Verschwindens der Interferenzfransen durch:

$$J = A \cos^2 (v - \alpha)$$

gegeben ist, so ist das eigentliche Kriterium für die Einstellung:

$$\frac{d D}{J} = \frac{2 . \sin 2\alpha . \cos 2v}{\cos^2 (v - \alpha)} \cdot d v.$$

Hieraus aber folgt, wenn wir berücksichtigen, dass in der Nähe des Auslöschens der Interferenzfransen v wenig von 0^0 oder 90^0 abweicht, mit genügender Annäherung:

$$d\,v = \frac{d\,D}{J} \cdot \frac{1}{4} \operatorname{cotang} \alpha;$$

oder, wenn wir $\alpha = 90^0 - e$ setzen, so dass e die Abweichung von der senkrechten Stellung der Hauptschnitte der beiden Polarisatoren oder von vollständiger Verdunklung des Gesichtsfeldes darstellt:

I. $$d\,v = \frac{d\,D}{J} \frac{1}{4} \operatorname{tang} e,$$

d. h. der Einstellungsfehler dv des Polarisators im Moment des Verschwindens der Interferenzstreifen, wo $v = 0^0$ oder 90^0 ist, für einen gewissen noch wahrnehmbaren Intensitäts-Unterschied D der hellen und dunklen Fransen im Verhältnis zur allgemeinen Helligkeit des Gesichtsfeldes, ist um so kleiner, je mehr der Winkel e sich der Null nähert. Die Grenze für die Kleinheit dieses Winkels e hängt von der Helligkeit der Lichtquelle ab, da die mit seinem Abnehmen anwachsende Dunkelheit des Gesichtsfeldes nicht zu weit gehen darf. Ich werde diesen Winkel e in der Folge kurz mit Schattenwinkel bezeichnen.

Angenommen, es sei der Schattenwinkel $e = 5^0$ und $\frac{d\,D}{J} = 0{,}01$, eine für gewöhnliche Augen noch wahrnehmbare Grösse, so kommt:

$$d\,v = 45'' \text{ oder } 0',75.$$

Betrachten wir jetzt zum Vergleich die entsprechenden Verhältnisse beim Lippich'schen Halbschatten-Apparat, so ist die Intensität des durch den Apparat auf der rechten Hälfte des Gesichtsfeldes durchgegangenen Lichts, wenn dort der Halbschatten-Polarisator eingeschaltet ist, gegeben durch:

$$R = J \cdot \cos^2(\alpha - \varepsilon) \cdot \cos^2 \varepsilon,$$

und auf der linken Hälfte durch:

$$L = J \cdot \cos^2 \alpha,$$

wo J eine Konstante, α den Winkel, den die Hauptschnitte des Polarisators und Analysators miteinander einschliessen, und ε den

sogen. Halbschattenwinkel, d. h. den Winkel des Hauptschnitts des Halbschatten-Polarisators mit dem des erstern Polarisators darstellen. Dabei haben wir von dem Schwächungskoefficienten des Halbschatten-Polarisators als wenig von 1 abweichend abgesehen.

Die beiden Gesichtsfeld-Hälften werden gleich hell sein, wenn $R = L$ ist, also:

$$\cos^2 \alpha = \cos^2 \varepsilon \cdot \cos^2 (\alpha - \varepsilon),$$

oder

$$\cos \alpha = \pm \cos \varepsilon \cdot \cos (\alpha - \varepsilon).$$

Die zwei Wurzeln obiger Gleichung sind somit:

$$\operatorname{cotang} \alpha_1 = \frac{\sin \varepsilon \cos \varepsilon}{1 - \cos^2 \varepsilon} = \operatorname{cotang} \varepsilon.$$

also:

1. $$\alpha_1 = \varepsilon;$$

und

$$\operatorname{cotang} \alpha_2 = \frac{-\sin \varepsilon \cos \varepsilon}{1 + \cos^2 \varepsilon}$$

oder angenähert, da ε stets ein kleiner Winkel sein soll:

$$\operatorname{cotang} \alpha_2 = -\operatorname{tang} \cdot \frac{\varepsilon}{2},$$

oder:

$$\operatorname{tang} (90^0 - \alpha_2) = \operatorname{tang} \left(-\frac{\varepsilon}{2}\right),$$

also:

2. $$\alpha_2 = 90^0 + \frac{\varepsilon}{2}.$$

Die erstere Wurzel entspricht einem gleichmässig hellen und die zweite einem gleichmässig verdunkelten Gesichtsfeld. Die letztere Stellung des Analysators wird als die weitaus empfindlichere benutzt.

Die Aenderung der Licht-Intensitäten der einen und andern Hälfte des Gesichtsfeldes im Verhältnis zur ganzen Intensität derselben, welche einer Aenderung $d\,\alpha$ des Winkels α entsprechen, sind hier:

$$\frac{d\,L}{L} = 2 \operatorname{tang} \alpha \cdot d\,\alpha,$$

$$\frac{d\,R}{R} = 2 \operatorname{tang} (\alpha - \varepsilon) \cdot d\,\alpha,$$

und somit ist die Differenz dieser Intensitäts-Aenderungen: $d\,D$

im Verhältnis zu L im Moment des Gleichwerdens der beiden Hälften $L = R$, wo $\alpha = 90° + \frac{\varepsilon}{2}$ wird, gegeben durch:

$$\frac{d\,D}{L} = 4 \operatorname{cotang} \frac{\varepsilon}{2} \cdot d\,\alpha,$$

oder:

$$d\,\alpha = \frac{d\,D}{L} \frac{1}{4} \operatorname{tang} \frac{\varepsilon}{2}, \qquad \text{II.}$$

d. h. der Einstellungsfehler $d\,\alpha$ des Analysators im Moment des Gleichwerdens der beiden Gesichtsfeld-Hälften beim Lippich'schen Halbschatten-Apparat für einen gewissen, eben noch wahrnehmbaren Helligkeitsunterschied derselben im Verhältnis zur ganzen Helligkeit ist um so kleiner, je kleiner der Halbschattenwinkel ε bei der gegebenen Lichtquelle genommen werden kann. Die Empfindlichkeits-Gleichungen I und II meines Polaristrobometers und des Halbschatten-Apparates sind also für $e = \frac{\varepsilon}{2}$ vollkommen identisch, d. h. es sollten theoretisch beide Apparate, wenn $e = \frac{\varepsilon}{2}$ genommen wird, dieselbe Empfindlichkeit aufweisen oder es würde für $\varepsilon = 10°$ und $\frac{d\,D}{L} = 0{,}01$ auch werden:

$$d\,\alpha = 45''.$$

Auf die Sicherheit der Einstellung bei den beiderlei Instrumenten haben indessen in Wirklichkeit noch einige andere Momente als die eben betrachteten Einfluss.

Beim gut konstruierten Lippich'schen Halbschatten-Apparat stossen die beiden Felder ungleicher Helligkeit in einer scharfen Kante aneinander, welche bei erzielter Gleichheit verschwinden soll. Die hellen und dunklen Interferenz-Streifen bei meinem Polaristrobometer sind dagegen nicht scharf abgegrenzt, sondern gehen allmählich ineinander über. Diesem Uebelstande soll aber bei einem gut konstruierten Polaristrobometer nach meiner Angabe dadurch begegnet werden, dass die Interferenz-Fransen beim Drehen des Polarisators nicht im ganzen Gesichtsfeld verschwinden, sondern vielmehr nur auf einem Querstreifen, der komplementäre Fransen beiderseits trennt, beim Drehen des Polarisators über das Gesichtsfeld hinwandert und so auf die Mitte des Fadenkreuzes eingestellt werden kann. Nur der Versuch kann daher entschei-

den, welches von beiden Einstellungsmomenten die grössere Sicherheit darbietet: das Verschwinden der scharfen Kante beim Halbschatten-Apparat oder das Einstellen des hellen Querstreifens durch die Interferenzfransen auf das Fadenkreuz bei meinem Instrument.

Ebenso ist nur durch das Experiment zu bestimmen, ob beim Savart'schen Polariskop der Winkel e ebenso klein wie $\frac{\varepsilon}{2}$ beim Halbschatten-Apparat genommen werden darf, ohne dass die Verdunklung des Gesichtsfeldes der Wahrnehmbarkeit der Interferenzfransen allzusehr Eintrag thut und so die Sicherheit der Einstellung wieder gefährdet.

Es frägt sich endlich noch, ob nicht bei der sogen. Nullpunktseinstellung, d. h. der Einstellung ohne Zwischenschaltung eines aktiven Körpers und derjenigen Einstellung, wo eine mehr oder minder drehende Substanz in den Apparat eingelegt worden ist, sich ein Unterschied in der Empfindlichkeit zeige. Auch da kann wieder nur der Versuch Näheres lehren und zeigen, ob und inwiefern in dieser Beziehung bei den beiderlei Apparaten Unterschiede bestehen.

Was nun speciell die letzte von mir angegebene Form des Polaristrobometers (siehe das 2. Citat auf S. 1) betrifft, so schien mir dieselbe, abgesehen von der erörterten veränderlichen Einstellung auch des Analysators zum Hauptschnitt der Savart'schen Platte noch folgender Verbesserungen bedürftig. Die Linse vor dem Polarisator gegen die Lichtquelle hin, in deren Fokus die letztere sich befinden soll, ist wie beim ersten Apparat wieder aufzunehmen und zur Vermeidung des Seitenlichts das Diaphragma in dem die Lichtquelle (Natrium-Gasflamme) umhüllenden Metall-Cylinder viel kleiner, etwa von 15 mm Durchmesser, zu machen. Zugleich ist der Halter der Lichtquelle (Bunsen'scher Gasbrenner samt seinem Blechcylinder und dem Träger des Kochsalz-Löffels) unmittelbar am vordern Ende des Instruments zu befestigen, so dass ein Aufsuchen der Lichtquelle beim Beobachten nicht mehr nötig ist und somit auch eine Drehbarkeit um eine vertikale und horizontale Achse des Instrumenten-Körpers an seinem Fuss entbehrlich wird. Da es ferner offenbar ganz gleichgültig ist, ob sich die Savart'sche Doppelplatte unmittelbar vor dem Objektiv des auf parallele

Strahlen eingestellten Fernrohrs oder in einiger Entfernung davon befinde und ob die Röhre mit der drehenden Flüssigkeit sich zwischen ihr und dem Polarisator oder zwischen ihr und dem Analysator (beim Fernrohr) sich befinde und ob der letztere beim Okular der Fernrohrs oder vor seinem Objektiv eingeschoben sei, so war zur weitern Vermehrung der Bequemlichkeit des Beobachters und Handlichkeit des Instrumentes nachstehende veränderte Anordnung seiner Teile möglich.

Die Savart'sche Doppelplatte wird unmittelbar hinter dem Polarisator in fixer Lage angebracht, der letztere ist zwar auch noch drehbar, aber nur um 45°, indem er die bisherige Rolle des Analysators in Bezug auf die Doppelplatte übernimmt, und der Winkel α resp. e seines Hauptschnitts mit dem der letztern ist an einer einfachen Grad-Teilung auf kleinerer Kreisscheibe mit einem an seiner Fassung sitzenden Zeiger, der auch zur Drehung dieser Fassung dient, abzulesen. Es folgt dann nach hinten zu die Flüssigkeitsröhre und darauf der Analysator, dessen Winkel v mit dem Hauptschnitt der Doppelplatte, resp. mit seiner verdrehten Stellung durch die aktive Substanz, an dem mit ihm sich drehenden Teilkreise durch feststehende Verniere mittels Lupen abgelesen werden können.

An dem Halter der Verniere ist zuletzt auch das ebenfalls feststehende Fernrohr angebracht.

Es schien mir endlich behufs genauer Vergleichung der Leistungsfähigkeit der beiderlei Apparate wünschenswert, das neue Instrument so einzurichten, dass es ebensowohl als Halbschatten-Apparat wie auch als Polaristrobometer mit Savart'scher Doppelplatte benutzt werden kann. Dies ist aber bei der erwähnten Anordnung leicht dadurch möglich, dass man die letztere mit ihrer Fassung entfernen und durch einen Halbschatten-Polarisator mit entsprechender Fassung ersetzen kann und dass sich beim Fernrohr statt des auf den Fokus des Objektivs eingestellten Okulars mit Fadenkreuz ein schwächeres Okular einschieben lässt, das auf das Bild der Halbschatten-Blende im Fernrohr eingestellt wird. Man wird durch diese kleinen Zugaben nicht bloss unter übrigens ganz gleichen Umständen den Halbschatten-Apparat und mein Polaristrobometer zu Messungen nacheinander benutzen können, sondern es dem Beobachter auch ermöglichen, diejenige

Kombination auszuwählen, welche seiner Individualität oder besondern Anwendungen besser zusagt.

Die Herren Pfister & Streit haben es nun freundlichst übernommen, ein nach diesen Erwägungen verbessertes Polaristrobometer, das zugleich auch als Lippich'scher Halbschatten-Apparat dienen kann, zu konstruieren und mir dasselbe zur Prüfung zuzustellen.

Ich gebe zunächst eine Beschreibung des ausgeführten, mir vorliegenden Instruments und seiner Justierung an der Hand der beiliegenden Tafel und werde dann über die damit angestellten Messungen berichten.

Beschreibung des Instruments. Auf einem Dreifuss mit vertikaler Säule ist oben der Halter *A* für den Trog *B* zur Aufnahme der Röhren mit der Mutter *m* befestigt. Im Troge, der durch den aufklappbaren Deckel *D* verschlossen wird, liegt nach der Tafel die kürzeste, 100 *mm* lange Röhre der üblichen Einrichtung für die drehende Flüssigkeit; die beiden andern, 200 und 220 *mm* langen Röhren *C* und *C'* sieht man neben dem Dreifuss auf dem Tische liegen.

Am vordern, der Lampe zugewendeten Ende des Troges *B* ist eine feste cylindrische Röhre angebracht, auf deren äusseres Ende der mit der Schraube *F* zu klemmende Ring *E* angeschoben wird, der seinerseits den Halter *G* der Gas-Lampe trägt. Diese besteht aus dem Bunsen'schen Brenner *I* mit Schlauchansatz *s*, über den das Eisenblech-Kamin *K* gestülpt und unten durch die Klemme *x* an einen durchbrochenen, die Brenner-Röhre umfassenden Ring befestigt ist. Dieses Kamin trägt den Halter *L* für das Rad *M*, auf dessen Speichen die Röhrchen mit den Kochsalzperlen oder Platindraht-Körbchen mit Kochsalz zur Erzeugung des homogenen Lichts aufgesteckt und durch einen horizontalen Schlitz im Kamin in die Gasflamme eingeführt werden. Oberhalb dieses Schlitzes ist in der Kaminwand centrisch zur Achse des Troges *B* eine 15 *mm* im Durchmesser haltende Oeffnung angebracht, durch welche die Lichtstrahlen auf den Apparat fallen, und endlich hat das Kamin oben noch einen dem Apparat zugewendeten Ausschnitt *O*, dessen Bedeutung im Verlauf näher zu bezeichnen ist.

In der Röhre, auf welcher der Ring *E* des Lampenträgers aufgeschoben ist, ist die Fassung des Glan-Thompson'schen, von

Dr. Steeg gelieferten Polarisators drehbar eingeschoben, welche Drehung vermittelst eines an ihr befestigten, durch einen Schlitz in jener Röhre heraustretenden Hebels bewerkstelligt werden kann. Dieser Hebel ist mit einer Klemme versehen und läuft in einen Zeiger aus, der auf eine Kreisteilung an der Scheibe *P* weist, so dass die Grösse der Drehung des Polarisators daran abgelesen werden kann. Am äussern Ende der Röhre bemerkt man in der Figur noch einen Ansatz *Q*, auf welchen die unten auf dem Tisch liegende Blendröhre *R* aufzuschieben ist. Eine Linse von 100 *mm* Brennweite ist bei *Q* vor dem Polarisator eingesetzt und liefert also von der um diese Grösse von ihr abstehenden Lichtquelle parallele Strahlen für den Apparat.

Hinter dem Polarisator lässt sich vom Troge aus nach Belieben eine Fassung mit eingeschlossener Savart'scher Doppel-Kalkspath-Platte (*n* oben) oder eine solche mit Lippich'schem Halbschatten-Nicol (*q* unten auf dem Tisch) in die Röhre einschieben. Eine Nase *v* an diesen Fassungen, welche in einen Schlitz der Röhre eindringt und dort durch eine Schraube *r* gegen eine justierbare, festzustellende Schraubenspitze angepresst werden kann, gestattet trotz des Auswechselns die betreffenden optischen Teile stets wieder nahe in dieselbe Lage zu den andern Apparaten-Teilen zu bringen.

Am hintern, dem Beobachter zugewendeten Teile des Troges *B* ist wieder eine mit der ersteren centrische Röhre befestigt, in welcher die durchbrochene Achse der Kreisteil-Scheibe *S* sitzt. Drei Arme gehen von jener, als Achsen-Büchse dienenden Röhre, einer vertikal nach unten (*u*) und zwei seitliche horizontal (*h* und *h'*) um die Kreisscheibe herum und vereinigen sich hinter derselben wieder zu einer Achsen-Büchse, in welche dann das fixe Fernrohr *T* eingeschraubt ist. In einem besondern, von der hintern Büchse herabgehenden, beweglichen vertikalen Arm ist die Achse eines Getriebes eingesetzt, das mit dem ränderierten Kopfe *V* versehen ist und in das auf der Kreisscheibe sichtbare Zahnrad eingreift. Mittelst desselben bewerkstelligt der Beobachter die groben Drehungen der Kreisscheibe und damit des in ihrer Durchbohrung sitzenden, analysierenden Polarisators gleicher Konstruktion wie der vordere. Die feineren Drehungen werden durch die Mikrometerschraube *w* bewirkt, welche auf das untere, gegen sie durch

die Feder in y angedrückte Ende des beweglichen vertikalen Armes stösst und selbst mit dem Federhause an einer, am festen vertikalen Arm u befestigten Gabel sitzen. Indem dabei der bewegliche Arm gegen den festen gedreht wird, bewirkt er eine entsprechende Drehung der Kreisscheibe, weil das Getriebe im erstern infolge der stärkern Reibung seiner Achse sich nicht dreht, sondern durch sein seitliches Fortrücken das Rad in Bewegung setzt. Man kann so ohne weiteres, d. h. ohne einer besondern Klemmung zu bedürfen, nach Belieben die grobe oder feine Einstellung gebrauchen. Die horizontalen Arme h und h' tragen die diametral gegenüberstehenden, an die bis zum Rande der Kreisscheibe gehende Teilung anstossende Verniere, zur Ablesung der Drehungen. Der Kreis ist in $^1/_3{}^0$ geteilt, so dass mit den 20 auf 19 Teile des Kreises umfassenden Teilen der Verniere noch einzelne Minuten abzulesen sind. Hiezu dienen die an einem drehbaren Arm befestigten Lupen l und l', wobei die Beleuchtung der Teilung durch die an den Lupen-Fassungen drehbar befestigten Spiegel i und i' geschieht, indem sie bei passender Stellung das durch den obenerwähnten Ausschnitt O des Lampen-Kamins austretende Licht der Flamme auf die Teilung werfen [1]).

Das Fernrohr T besitzt ein Objektiv von 70 *mm* Brennweite und zwei zu vertauschende Okulare. Das eine, für den Gebrauch mit der Savart'schen Doppelplatte bestimmte hat eine Brennweite von ungefähr 20 *mm* und in seinem Einschiebrohr ein Diaphragma mit Fadenkreuz der bisherigen Form, auf welches das für sich noch bewegliche Okular durch schraubenförmige Drehung um seine Achse vom jeweiligen Beobachter eingestellt wird. Dabei befindet sich das Fadenkreuz ohne weiteres im Brennpunkt des Objektivs, wenn das ganze Okularrohr bis zum Ansatz in das Objektiv-Rohr eingeschoben wird, und eine in einen Schlitz eingreifende Nase sichert dem Fadenkreuz die richtige Stellung seiner Arme. Das andere Okular, welches mit dem Halbschatten-Nikol zu kombinieren ist, hat eine Brennweite von ungefähr 30 mm, vergrössert also weniger als das erstere und wird jeweilen mit seinem Rohr vom

[1]) Aehnliche Vorkehrungen zur Beleuchtung der Kreisteilung von der als Lichtquelle benutzten Lampe aus findet man bereits bei andern Saccharimetern, so dass wir in dieser Beziehung keinen Anspruch auf Originalität erheben.

Beobachter so weit eingeschoben, bis er ein deutliches Bild der Blende, resp. der das Gesichtsfeld in zwei Hälften trennenden Kante des Halbschatten-Nikols erhält.

Justierung des Instruments. Sowohl die Savart'sche Doppelplatte als auch das Halbschatten-Nikol sind mit ihren besondern Fassungen je noch in den respektiven äussern Fassungen mit Nasen für sich drehbar, so dass die Justierung der optischen Teile des Apparats am besten in folgender Weise erfolgt.

Man setzt zuerst die Savart'sche Doppelplatte in den Apparat ein, so dass die Nase ihrer äussern Fassung an der fixen Schraube der Einschiebröhre anliegt, stellt Polarisator und Analysator so, dass die Fransen deutlich erscheinen, merkt sich deren Verlauf und, wenn sie nicht horizontale Streifen darstellen, so dreht man die innere Fassung der Platte gegen die äussere unter abwechselndem Herausnehmen und Wiedereinsetzen derselben in den Apparat so lange, bis der angegebene Verlauf der Interferenz-Streifen erzielt ist.

Nunmehr wird der Zeiger an der kleinen Kreisteilung vorn auf 0° eingestellt und durch Anziehen der Klemme die Fassung des Polarisators in dieser Stellung fixiert. Mittelst eines Schlüssels wird sodann der letztere nach Abschrauben der Beleuchtungslinse mit dem Ansatz Q in seiner Fassung so lange gedreht, bis die Interferenzstreifen in der Mitte des Gesichtsfeldes verschwinden. Da dies mittelst des Schlüssels nur im Groben zu erzielen ist, so wird die feinere Justierung dann noch durch Drehen an der Anschlagsschraube der Nase der Platten-Fassung mittelst eines Schraubenziehers bewerkstelligt, worauf man die Contre-Mutter der Schraube anzieht und deren Stellung so fixiert. Bei der so bestimmten Lage dieser Teile — Nase der äusseren Fassung der Savart'schen Doppelplatte durch die Schraube r an die Spitze der fixen Schraube angedrückt und der Zeiger des vordern Polarisators auf den Nullpunkt der kleinen, nur 55° umfassenden Kreisteilung weisend — ist dann der Hauptschnitt der einen Kalkspath-Platte angenähert unter 45° zum Horizont geneigt und die Polarisations-Ebene des vordern Polarisators parallel zu ihm orientiert.

Endlich wird nach Lösen der Klemme der Zeiger des Polarisators etwa auf 5° eingestellt, so dass die Interferenzstreifen

wieder sichtbar werden, der grosse Kreis mit dem Analysator gedreht, bis die Verniere auf 0° resp. 180° — bei fortlaufender Bezifferung am Kreis von 0 bis 360° — weisen oder besser etwa auf 3° und 183°, damit man beim Gebrauch nicht über 0° resp. 180° bei den sogen. Nullstellungen zurückkommt und darauf der Analysator in seiner Fassung mittelst eines Schlüssels so lange gedreht, bis die Interferenzstreifen bei dunkelm Gesichtsfeld wieder in der Mitte des Gesichtsfeldes verschwinden. Alsdann ist die Polarisations-Ebene des Analysators parallel dem Hauptschnitt der einen Kalkspath-Platte und um 90° $\pm$ 5° zur Polarisations-Ebene des Polarisators geneigt.

Hiemit ist die Justierung des Instrumentes als Wild'sches Polaristrobometer beendigt und es bleibt zur Benutzung desselben als Halbschatten-Apparat nur übrig, die Savart'sche Doppelplatte durch das Halbschatten-Nikol zu ersetzen und dieses in seiner äussern Fassung durch Drehen so zu justieren, dass beim Andrücken ihrer Nase an die unveränderte Anschlagsschraube und bei Einstellung des Polarisator-Zeigers auf 0° der kleinen Kreisteilung für dieselbe Stellung des Analysators beide Hälften des Gesichtsfeldes zugleich vollständig verdunkelt werden. Es ist dann die Polarisations-Ebene des Halbschatten-Nikols parallel derjenigen des vordern Polarisators, also um 45° zum Horizont geneigt, so dass demgemäss durch letzteres das Gesichtsfeld, nicht wie üblich vertikal, sondern schräg in zwei Hälften geteilt ist. Es beeinträchtigt indessen dieser Umstand in keiner Weise die Sicherheit der Einstellung. Da hierbei, um die vorherige Justierung für die Savart'sche Platte nicht zu stören, die Anschlagsschraube, wie schon bemerkt, nicht verstellt werden darf, so ist die Aufsuchung dieser richtigen Lage des Halbschatten-Nikols etwas umständlicher und zeitraubender als jene der Savart'schen Platte. Die Vorsetzung der Blendröhre R bei Q ist ganz besonders zur Erzielung einer vollständigen Verdunklung beider Gesichtsfeldhälften bei Justierung des Halbschatten-Nikols und damit auch überhaupt beim Gebrauch des letztern erforderlich. Sie ist aber auch bei Benutzung der Savart'schen Platte nützlich zur Verschärfung der Interferenzstreifen und es tritt hiebei keine Verminderung der Helligkeit ein, wenn an ihrem vordern Ende noch ein Diaphragma von bloss 4—5 mm angebracht wird.

Zur Justierung des Instrumentes ist endlich auch noch die Prüfung der Verschluss-Glasplatten der Flüssigkeitsröhren zu rechnen. Dass dieselben durch zu starkes Anpressen an die Röhren-Enden doppelbrechend werden und das Messungsresultat so beeinträchtigen können, ist allgemein bekannt und wird daher vom Beobachter ohne weiteres vermieden werden. Schlecht gekühltes oder nicht homogenes Spiegelglas verhält sich aber ebenso und es ist daher rätlich, die Verschlussplatten vor dem Gebrauch daraufhin zu untersuchen. Es geschieht dies am besten vermittelst der Savart'schen Doppelplatte im homogenen Natriumlicht. Man stellt den Zeiger des Polarisators etwa auf 5° ein und beobachtet mit dem Fernrohr in den dunkeln Quadranten beim Drehen des Analysators zuerst ohne Flüssigkeits-Röhre das Verschwinden der Interferenz-Fransen in der Mitte des Gesichtsfeldes, resp. das Vorüberwandern am Fadenkreuz eines hellen Querstreifens zwischen komplementären Fransen. Sind die Glasplatten gut, so soll beim Einschalten der leeren Röhre mit ihnen, diese Erscheinung in unveränderter Deutlichkeit sich wieder manifestieren und die Auslöschung der Fransen bei derselben Ablesung der Verniere am Kreise erfolgen. Im andern Fall sind die eine oder andere oder beide Verschlussplatten schlecht, was durch Ausschalten der einen und andern leicht zu konstatieren ist.

Disponiert man über einen guten Kalibermasstab, dessen Nonius mindestens noch 0,1 mm ablesen lässt, so kann auch die richtige Länge der Flüssigkeits-Röhren mit einer für die Zuckerpraxis genügender Sicherheit kontrolliert werden. Es repräsentiert nämlich obige Grösse den $\frac{1}{2000}$ Teil der ganzen Länge der Flüssigkeitsröhre von 200 mm und für eine Zuckerlösung, die 33 bis 34° in dieser Röhre dreht, stellt die erwähnte Ablesungsgrenze von 1′ an den Vernieren einen entsprechenden Bruchteil der ganzen Drehung dar.

Diese Justierungen und Prüfungen alle sollen eigentlich bereits vom Verfertiger des Instruments ausgeführt sein, so dass vorstehende Bemerkungen dem Beobachter mehr nur eine Kontrolle genügender Erfüllung oder die Korrektion etwaiger Veränderungen oder Verstellungen beim Transport ermöglichen sollen.

Gebrauch des Instruments als Polaristrobometer. Nach Einsetzung der Savart'schen Doppelplatte und des betreffen-

den Okulars im Fernrohr wird je nach der Helligkeit der homogenen Lichtquelle und dem Durchsichtigkeitsgrad der zu untersuchenden Flüssigkeit der Zeiger des Polarisators an der kleinen Kreisteilung auf einen grössern oder kleinern Winkel eingestellt. Wir haben Seite 60 gesehen, dass die Genauigkeit der Messung um so grösser wird, je kleiner dieser Winkel genommen werden kann, ohne dass eine allzugrosse Verdunklung des Gesichtsfeldes und damit eine ungenügende Wahrnehmbarkeit der Interferenzstreifen im gegebenen Fall eintritt. Bei der dem vorliegenden Apparat beigegebenen Gaslampe mit Natriumlicht — Kochsalzperle oder Kochsalz in Platinsieb-Löffel in der Flamme des Bunsen'schen Brenners — und bei Anwendung reiner Zuckerlösung von 200 g auf 1 Liter Lösung erschien 5° als passendster Winkel der Polarisations-Ebene des Polarisators mit dem Hauptschnitt der Savart'schen Platte.

Hierauf stellt man bei leerem Trog durch Drehen des Analysators in einem dunkeln Quadranten auf das Verschwinden der Interferenz-Streifen hinter der Mitte des Fadenkreuzes ein und liest den Kreis an beiden Vernieren ab, wobei man dies 5—10 Male wiederholt, unter jeweiligem Anschreiben der Ablesungen. Man legt dann die mit der Zuckerlösung (oder einer andern aktiven, zu untersuchenden Flüssigkeit) gefüllte Röhre von 200 mm Länge in den Trog und muss nun den Kreis mit dem Analysator von links nach rechts, resp. im Sinne der Bewegung eines Uhrzeigers drehen, um wegen der Rechts-Drehung durch den Rohrzucker wieder das Verschwinden der Interferenz-Streifen zu erzielen. Da die Bezifferung am Kreise entgegen der Bewegung eines Uhrzeigers verläuft, so gelangt man hiebei zu grössern Zahlen an demselben. Auch hier macht man wieder 5—10 Einstellungen unter Ablesung beider Verniere, worauf die Differenz dieser Ablesungen und der frühern ohne Röhre die Grösse der Drehung angiebt. Das Mittel aus den Angaben beider Verniere eliminiert einen allfälligen Excentricitätsfehler des Kreises. Dieselben Operationen wiederholt man nach Drehung des Analysators um 180° im zweiten dunkeln Quadranten — die zwischen liegenden hellen sind nicht zur Einstellung zu gebrauchen. Der hier erhaltene Drehungswinkel wird durchweg über die Fehlergrenze der Beobachtung $i \cdot e \cdot$, ungefähr 1′, hinaus vom ersteren abweichen, wofür Herr H. G. van de Sande

Bakhuyzen seiner Zeit[1]) die wahren Gründe angegeben hat. Das Mittel aber aus den in den beiden diametral gegenüberliegenden Quadranten erhaltenen Drehungswinkeln ist, wie derselbe Forscher gezeigt hat, mit genügender Sicherheit als richtig zu betrachten.

Gebrauch als Halbschatten-Apparat. Will man das Instrument als Halbschatten-Apparat gebrauchen, so ist nach Ersetzung der Savart'schen Platte durch das Halbschatten-Nikol das bisherige Okular mit dem für dieses passende zu ersetzen und bei leerem Trog das letztere so einzustellen, dass die Kante des Nikols scharf erscheint[2]). Ist der Zeiger des Polarisators auf 5° eingestellt, was unter den oben angegebenen Umständen auch in diesem Fall als der passendste Winkel erscheint, so muss man zur Herstellung gleicher Helligkeit oder besser Dunkelheit der beiden Gesichtsfeld-Hälften den Analysator um ungefähr $2\frac{1}{2}^0$ gegenüber der Nullpunktstellung bei der Savart'schen Platte zurückdrehen. Dieser neue Nullpunkt oder Ausgangspunkt wird wie dort durch 5—10malige Wiederholung der Einstellung unter Ablesung beider Verniere am Kreis genauer bestimmt und ebenso nach Einlegen der Röhre mit der drehenden Substanz und Ausziehen der Okularröhre, bis die Kante des Halbschatten-Nikols wieder deutlich erscheint, durch eine entsprechende Zahl von Einstellungen auf gleiche Intensität der beiden Gesichtsfeld-Hälften die neue Lage des Analysators am Kreise sicherer ermittelt. Das Mittel der Differenzen der jetzigen und vorigen Kreis-Ablesungen an beiden Vernieren giebt wieder die Drehungsgrösse frei von einer allfälligen Excentricität des Kreises und die Kombination mit dem im zweiten dunkeln Quadranten analog bestimmten Drehungswinkel eliminiert die Fehler des drehenden Analysators.

Strahlenfilter. Will man das Natriumlicht der Gaslampe noch durch ein sogen. Strahlenfilter[3]) reinigen, resp. homogener machen, so lässt sich ein solches leicht zwischen Lampe und

[1]) Pogg, Ann. Bd. 145. S. 259.

[2]) Sollte dabei infolge nicht ganz genauer Centrierung der Röhrenachsen und der Linsen das Gesichtsfeld nicht genau durch diese Kante halbiert werden, so genügt ein geringes Losschrauben der Fernrohrfassung, um dies zu erzielen.

[3]) Siehe z. B. H. Landolt, Das optische Drehungsvermögen organischer Substanzen etc. 2. Auflage, Braunschweig, bei Vieweg. 1898. S. 359.

Blendröhre einschalten oder bei grösserer Dicke in dieser selbst anbringen. Das Lippich'sche Natriumlichtfilter, das aus einer Absorptionszelle mit zwei Abteilungen besteht, wovon die eine, 100 mm lange, mit gesättigter Kaliumdichromat-Lösung, die andere, 15 mm lange, mit Uranosulfat-Lösung gefüllt ist, lässt sich allerdings bei dem mir vorliegenden Exemplar des Instrumentes nicht zwischen der Lampe und der vordern Linse einschalten — es müsste zu dem Ende der die Lampe tragende Arm um 4 cm verlängert werden — wohl aber können Kombinationen von gelben und grünen Gläsern oder noch besser von Lösungen von Anilingrün und Anilinorange in dünnen Schichten eine für praktische Zwecke genügende Reinigung des Natriumlichts geben und ohne weiteres bei unserm Apparat in einer passenden, statt der Blendröhre *R* anzusetzenden Röhre mit zwei, höchstens 10 mm weiten Flüssigkeitszellen oder eine Zelle mit einer Mischung beider Flüssigkeiten benutzt werden. Soweit ich durch blosse Untersuchung mit einem Handspektroskop habe beurteilen können, lässt sich sogar mit den letztgenannten Flüssigkeiten in einfachster Weise nahezu derselbe Effekt wie mit dem Lippich'schen Filter erzielen, worüber ich später Näheres mitteilen werde.

Messungen zur Prüfung des Instrumentes. Es schien mir zunächst wünschenswert, experimentell zu untersuchen, ob gemäss der Formel I die Empfindlichkeit des Polaristrobometers in der That bei Verringerung des Schattenwinkels e beträchtlich über das bisherige Mass anwachse, und wie sich dieselbe unter diesen Umständen zu der des Halbschatten-Apparats verhalte. Sollte aber eine beträchtliche Verkleinerung von e erfolgen können, so war die Anwendung eines sehr hellen Lichts notwendig, wozu mir nur das weisse Licht eines Auer-Gasbrenners zur Verfügung stand. Es konnten also hiebei keine Drehungen durch Zucker gemessen, sondern nur Nullpunkts-Einstellungen gemacht werden. Zur Vermeidung von Missverständnissen werde ich die beiden Benutzungsweisen des Apparats in der Folge einfach durch Savart'sche Platte und Halbschatten-Nikol unterscheiden und jeweilen die Grösse des betreffenden Schattenwinkels e resp. Halbschattenwinkels ε angeben.

Savart'sche Platte.

Auerbrenner

direkt anvisiert			$e = 1^0,5$	mit vorgesetztem mattem Glas		
179°	35′	0′,5		179°	35, 0	0,1
	36	0, 5			35, 5	0,6
	35	0, 5			34, 5	0,4
	35	0, 5			35, 5	0,6
	36	0, 5			34, 5	0,4
	35	0, 5			34, 5	0,4
	36	0, 5			35, 5	0,6
	36	0, 5			34, 5	0,4
	35	0, 5			34, 0	0,9
	36	0, 5			35, 5	0,6
179°	35′,50			179°	34′,90	
	$\pm$ 0′,53		mittlerer Fehler einer Beob.		$\pm$ 0, 56	
	$\pm$ 0′,35		wahrsch. „ „ „		$\pm$ 0, 38	

Auerbrenner mit vorgesetztem mattem Glase.

$e = 1^0,0$

179°	33′,5	0′,25	
	33, 0	0, 25	
	33, 5	0, 25	
	33, 5	0, 25	
	33, 5	0, 25	
	33, 0	0, 25	
	33, 5	0, 25	
	33, 0	0, 25	
	33, 0	0, 25	
	33, 0	0, 25	
179°	33′,25	$\pm$ 0′,26	mittlerer Fehler einer Beob.
		$\pm$ 0′,18	wahrsch. „ „ „

Halbschatten-Nikol

Auerbrenner mit vorgesetztem mattem Glas

$\varepsilon = 1^0,8$			$\varepsilon = 1^0,0$		
177°	28′,5	0′,4	178°	57′,5	0,25
	30, 0	1, 1		57, 0	0,25
	28, 5	0, 4		57, 0	0,25
	28, 0	0, 9		57, 0	0,25
	29, 0	0, 1		57, 5	0,25
	28, 0	0, 9		57, 5	0,25
	28, 5	0, 4		57, 0	0,25
	30, 0	1, 1		57, 0	0,25
	28, 5	0, 4		57, 5	0,25
	30, 0	1, 1		57, 5	0,25
177°	28, 90		178°	57′,25	
	± 0, 80	mittlerer Fehler einer Beob.		± 0,26	
	± 0, 54	wahrsch. „ „ „		± 0,18	

Nach den Formeln I und II ergeben sich aber unter der Voraussetzung

$$\frac{dD}{J} = \frac{dD}{L} = 0{,}01$$

als theoretische Einstellungsfehler

bei der Savart-Platte	beim Halbschatten-Nikol
für $e = 1^0$, $dv = \pm 9''$	für $\varepsilon = 1^0$, $d\alpha = \pm 4'',5$

während der bei unsern Beobachtungen für $e = \varepsilon = 1^0$ dem Vorstehenden zufolge bei beiden Apparaten war: $dv = d\alpha$ und zwar

der mittlere Fehler einer Beobachtung ± 15″,6 [1])
und der wahrscheinliche Fehler = ± 10″,8.

Die Beobachtung ergab also für das Polaristrobometer (Savart'sche Platte) nahezu den theoretischen Fehler, während er für den Halbschatten-Apparat mit 2-teiligem Gesichtsfeld doppelt so gross als dieser war. Dagegen würde auch mit diesem Apparat unter Anwendung des dreiteiligen Gesichtsfeldes der theoretische

[1]) Seite 317 des oben S. 72 sub 3 citierten Werkes giebt Herr Landolt als mittleren Fehler einer Einstellung beim Lippich'schen Apparat mit zweiteiligem Gesichtsfeld für einen Halbschattenwinkel von 1° fast denselben Wert, nämlich ± 15″ an.

Fehler erreicht worden sein, da, wie Herr Lippich angiebt, das Instrument mit dreiteiligem Gesichtsfeld eine doppelt so grosse Genauigkeit wie dasjenige mit zweiteiligem darbieten soll.

Anderseits zeigen vorstehende Beobachtungen, dass in der That durch Verkleinerung des Schattenwinkels e die Genauigkeit des Polaristrobometers mit der Savart'schen Platte bedeutend erhöht worden ist. Da indessen halbe Minuten an den Vernieren nicht direkt abzulesen, sondern nur zu schätzen sind, so gestatten die obigen Messungen bloss ein approximatives Urteil über die Leistungsfähigkeit des Apparates bei sehr hellem Licht.

In seiner beschriebenen Form ist nämlich das Instrument besonders für den praktischen Gebrauch als Saccharimeter bestimmt und wir haben daher seine Leistungsfähigkeit hauptsächlich in der Bestimmung von Drehungen zu ermitteln. Da kann aber nur die Beobachtung im homogenen Licht der ihm beigegebenen Natrium-Gaslampe ein richtiges Urteil gestatten.

Messung von Drehungen durch Zuckerlösungen im Natriumlicht. Die Zuckerlösungen verschiedener Konzentration wurden je in die 200 mm lange Röhre eingefüllt und rasch nacheinander die Drehungen sowohl bei Benutzung der Savart'schen Platte als des Halbschatten-Nikols gemessen, indem man jeweilen zuerst den Nullpunkt ohne Röhre ermittelte und dann nach eingelegter Röhre wieder einstellte. Hiebei wurden stets beide Vernière abgelesen und nacheinander in beiden dunkeln Quadranten beobachtet. Der Kürze halber gebe ich im Folgenden nur die Mittel der 10 Ablesungen an beiden Vernieren, aber für jeden Quadranten gesondert und füge je den mittleren Fehler einer Beobachtung bei.

Unfiltriertes Natrium-Licht.

Halbschatten-Nikol		$\varepsilon = e = 5°$	Savart'sche Platte	
176°	35′,9 ± 1′,2	1. Quadrant	179°	32′,9 ± 0′,4
14	11,3 ± 1,0		17	0,9 ± 1,0
17	35,4		17	28,0
176	36,7 ± 1,0	2. Quadrant	179	32,5 ± 0,8
14	11,1 ± 0,8		17	0,1 ± 0,8
17	34,4		17	27,6
17°	34′,90 ± 0′,90	Mittel	17°	27′,80 ± 0′,90

Halbschatten-Nikol		$\varepsilon = e = 3{,}5^0$	Savart'sche Platte	
177°	32′,5 ± 1′,0	1. Quadrant	179°	29′,8 ± 0′,8
22	12, 5 ± 3, 0		24	5, 3 ± 2, 0
24	40, 0		24	35, 5
177	32, 2 ± 1, 3	2. Quadrant	179	30, 1 ± 0, 8
22	9, 3 ± 3, 0		24	5, 1 ± 2, 0
24	37, 1		24	35, 0
24°	38′,55 ± 3′,00	Mittel	24°	35′,25 ± 2′,00
		$\varepsilon = e = 5^0$		
176	32, 9 ± 1, 2	1. Quadrant	179	31, 1 ± 0, 8
21	16, 5 ± 0, 8		24	9, 9 ± 0, 8
24	43, 6		24	38, 8
176	35, 8 ± 0, 9	2. Quadrant	179	30, 9 ± 0, 7
21	15, 9 ± 1, 6		24	5, 9 ± 0, 8
24	40, 1		24	35, 0
24°	41′,85 ± 1′,20	Mittel	24	36′,90 ± 0′,80
		$\varepsilon = e = 5^0$		
176	37, 3 ± 0, 6	1. Quadrant	179°	32′,9 ± 0′,4
32	42, 9 ± 1, 2		35	35, 3 ± 0, 6
36	5, 6		36	2, 4
176°	33′,4 ± 0′,8	2. Quadrant	179°	32′,2 ± 0′,6
32	41, 3 ± 1, 0		35	31, 3 ± 0, 8
36	2, 9		35	59, 1
36°	4′,25 ± 1, 10	Mittel	36°	0′,75 ± 0′,70

Natrium-Licht

durch ein gelbes und ein grünes Glas filtriert:

Halbschatten-Nikol		$\varepsilon = e = 5^0$	Savart'sche Platte	
176°	36′,5 ± 1′,8	1. Quadrant	179°	30′,5 ± 0′,6
32	36, 9 ± 1, 6		35	30, 3 ± 1, 0
36	0, 4		35	59, 8
176	39, 3 ± 1, 8	2. Quadrant	179	32, 8 ± 1, 1
32	36, 5 ± 2, 4		35	27, 7 ± 1, 1
35	57, 2		35	54, 9
35°	58′,80 ± 2′,00	Mittel	35°	57′,35 ± 1′,05

Halbschatten-Nikol			$\varepsilon = e = 7°$	Savart'sche Platte		
175	39,7	± 0,9	1. Quadrant	179	33,7	± 1,0
31	40,1	± 1,9		35	32,7	± 0,7
36	0,4			35	59,0	
175	39,9	± 1,2	2. Quadrant	179	34,1	± 0,7
31	36,8	± 1,7		35	30,1	± 0,8
35	56,9			35	56,0	
35°	58′,65	± 1′,30	Mittel	35°	57′,50	± 0′,75 [1])

Hieraus ist zunächst ersichtlich, dass durchwegs im zweiten Quadranten (die Bezifferung geht beim vorliegenden Instrument nur je von 0 bis 180, wobei die Ziffern der 2. Hälfte durch beigesetzte Punkte unterschieden sind) die Drehungen für beide Benutzungsweisen kleiner ausgefallen sind als im ersten, so dass erst das Mittel aus beiden den wahren Drehungswinkel giebt.

Vergleichen wir nun die Drehungswinkel für das Halbschatten-Nikol und die Savart'sche Platte, so sind die ersteren bei unfiltriertem Natrium-Licht um 3′,7 bis 7′,1 grösser als die letztern, welche Differenz bei den durch Absorption in einem gelben und einem grünen Glase homogener gemachten Natrium-Licht sich auf nahe 1′ reduciert, und diese Grösse ist bereits von der Ordnung der Beobachtungsfehler.

Der Beobachtungsfehler — als welchen ich, wie man sieht, nur den durchwegs grössern bei der Einstellung mit zwischen geschalteter Zuckerlösung den Mitteln beigesetzt habe — ist durchschnittlich für den Halbschatten-Apparat ± 1′,2 und für mein Polaristrobometer ± 0′,8 d. h. also 1½ Mal grösser beim Halbschatten-Nikol als bei der Savart'schen Platte, ja im filtrierten Licht bei stärkerer Drehung sogar nahe doppelt so gross. Nur wenn das Gesichtsfeld durch starke Verkleinerung des Schattenwinkels e resp. ε oder durch Schwächung des Natriumlichts infolge der Absorption in zwischengeschalteten Filtern allzu dunkel wurde, stieg der Fehler beträchtlich über obige Werte.

Nach Landolt [2]) beträgt beim Halbschatten-Saccharimeter (verfertigt von Schmidt & Haensch in Berlin), also ebenfalls bei

[1]) Die Schwankungen in den Fehlergrössen unter scheinbar gleichen Umständen sind hauptsächlich Helligkeitsänderungen des Natrium-Lichts während der Beobachtung beizumessen.

[2]) S. 348 des oben S. 72 sub 3 citierten Werkes.

Benutzung von Natrium-Licht, für einen Halbschattenwinkel von 5 bis 8° der mittlere Fehler einer Einstellung bei zweiteiligem Gesichtsfeld ± 0°,06 Ventzke und bei dreiteiligem Gesichtsfeld ± 0°,03 Ventzke. Da aber 100° Ventzke = 34,68 Kreisgrade für Natrium-Licht sind, so entsprechen diese Fehler

± 1′,25 bei zweiteiligem Gesichtsfeld,
± 0′,62 bei dreiteiligem Gesichtsfeld.

Bei unserm Instrument als Halbschatten-Apparat mit zweiteiligem Gesichtsfeld ergab sich also fast genau derselbe Fehler einer Einstellung.

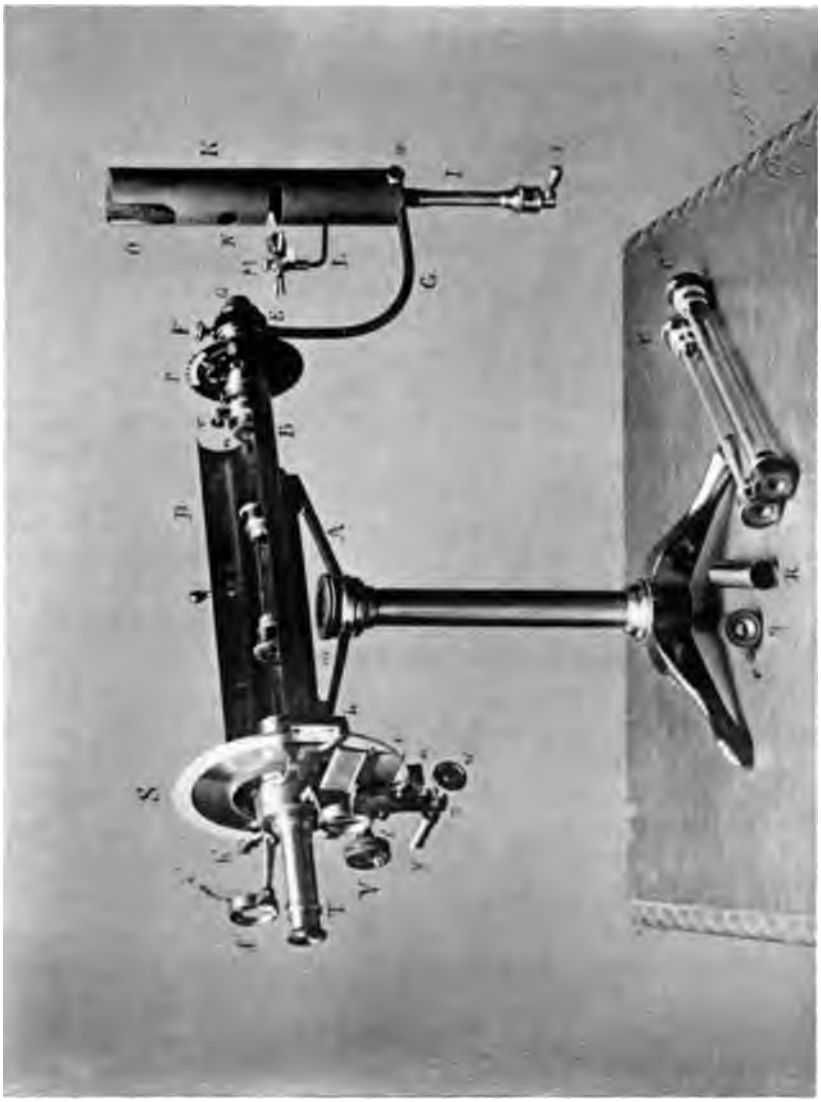
Für unfiltriertes Natrium-Licht der beigegebenen Gaslampe scheint 5° sowohl für mein Polaristrobometer als für den Halbschatten-Apparat die passende Grösse des Schattenwinkels zu sein. Darnach müsste also der letztere theoretisch eine doppelt so grosse Genauigkeit der Einstellung geben, während in Wirklichkeit nahezu das umgekehrte der Fall war. Wegen der grössern Schärfe der Interferenz-Fransen im homogenen Licht und der Seite 62 erörterten Wanderung eines auf das Fadenkreuz einzustellenden hellen Querstreifens über das Gesichtsfeld hin, ist also offenbar, wenigstens für mein Auge, das Einstellungsmoment bei der Savart'schen Platte empfindlicher als beim zweiteiligen Gesichtsfeld des Halbschatten-Apparats und würde beim dreiteiligen Gesichtsfeld des letztern wohl ungefähr gleich sein. Selbstverständlich kann beim vorstehenden Apparat für die Benutzung als Halbschatten-Instrument auch eine entsprechende Fassung mit dreiteiligem Gesichtsfeld eingesetzt werden, so dass es dann jedem Beobachter ermöglicht sein wird, dasjenige System zu wählen, das für sein Auge die grösste Empfindlichkeit und geringste Ermüdung gewährt.

Der Gebrauch des Instrumentes als Polaristrobometer in der bisherigen Weise d. h. mit der Savart'schen Platte scheint mir aber folgende nicht unwesentliche Vorteile gegenüber dem als Halbschatten-Apparat darzubieten. Zunächst ist es bei ersterem nicht nötig, das Okular zu verstellen, wenn man nach Ermittlung des Nullpunktes ohne Röhre oder bei leerer Röhre die letztere gefüllt einlegt; sodann verlaufen, da das Fernrohr auf Unendlichkeit eingestellt ist, die die aktive Flüssigkeit durchlaufenden Strahlen, welche das Interferenzbild geben, wirklich parallel, wes-

halb auch ohne Verminderung der Helligkeit des Gesichtsfeldes ein sehr beschränkter Teil der Lichtflamme im Fokus der vordern Linse zur Beleuchtung genügt. Endlich hat eine Veränderung des Schattenwinkels, resp. der Lage des vordern Polarisators keinerlei Einfluss auf die Einstellung des Analysators, während dieselbe beim Halbschatten-Apparat jeweilen eine andere wird.

Schliesslich kann ich nicht unerwähnt lassen, dass das Instrument in seiner jetzigen Gestalt eine ausserordentliche Handlichkeit und Bequemlichkeit beim Beobachten darbietet, und dass sich insbesondere auch die Vereinigung der Lampe mit dem Instrumenten-Körper sehr bewährt hat.

Zürich, 5. April 1898.


K
G
F
B
A
S
V

zahlen überhaupt zurückzuführen sein. Die obigen 270, derart reduzierten Beobachtungen lieferten so eine erste Reihe von Relativzahlen, die man in Tab. I. ohne besondere Bezeichnung eingetragen findet.

Von den 95 noch fehlenden Tagen, in der Mehrzahl den Monaten Januar und September-Dezember angehörig, wurden zunächst 11 durch die Beobachtungen des Herrn Assistent Broger am oben erwähnten Normalfernrohr gedeckt, die übrigen 84 sodann mit Hülfe von 14 verschiedenen auswärtigen Beobachtungsreihen, deren Mehrzahl ich der freundlichen direkten Mitteilung der Herren W. Winkler in Jena, Prof. Schwab in Kremsmünster, A. W. Quimby in Berwyn, Pfarrer Maier in Schaufling, J. Sykora und N. Sykora in Charkow, Prof. Collins in Haverford, Prof. Lewitzky in Dorpat und Prof. Riccò in Catania zu verdanken hatte; die Beobachtungen des Herrn Prof. Tacchini in Rom sind den „Memorie della società degli spettrosc. ital.", diejenigen von Ogyalla den von Herrn Dr. v. Konkoly herausgegebenen „Beobachtungen am magnet.-meteorol. Observatorium in Ogyalla", endlich drei weitere Reihen vom University observatory in Boston und vom Leander McCormick observatory in Charlottesville Va. dem „Astronomical Journal" entnommen. Diese sämtlichen Beobachtungsreihen, einschliesslich jener des Herrn Broger findet man nach der chronologischen Folge ihres Einganges unter Nr. 758—772 der Sonnenfleckenlitteratur in extenso aufgeführt. Ich habe zunächst für jede von ihnen durch Vergleichung mit meinen eigenen, auf Wolf reduzierten Beobachtungen wie bisher die Reduktionsfaktoren, getrennt für beide Semester, berechnet und nebst der Anzahl der zu Grunde gelegten Vergleichungen nachstehend zusammengestellt. Den betreffenden Zahlen sind wie früher auch diejenigen beigefügt, die aus der Fortsetzung der korrespondierenden Beobachtungen mit den 3 in Mitteilung LXXXVI. erwähnten Handfernröhren (*H*) zu dem dort bezeichneten Zwecke sich ergeben haben.

Ort	I. Semester		II. Semester	
	Vgl.	*f*	Vgl.	*f*
Zürich H I	60	0.91	39	0.96
„ H II	57	1.00	39	1.03
„ H III	57	1.08	39	1.12
„ Broger	114	0.62	100	0.69

Ort	I. Semester		II. Semester	
	Vgl.	f	Vgl.	f
Boston	12	0.71	—	—
Catania	118	0.59	106	0.68
Charkow I	40	0.44	42	0.44
„ II	—	—	87	0.85
Charlottesville I	70	0.82	—	—
„ II	—	—	24	1.16
Dorpat	50	0.69	37	0.73
Haverford	71	0.62	26	0.86
Jena	92	0.91	93	0.84
Kremsmünster	74	0.63	79	0.65
Ogyalla	50	1.17	72	1.29
Philadelphia (Berwyn)	126	0.65	108	0.83
Rom	114	0.83	114	0.84
Schaufling	49	0.63	44	0.74

Auf die in meiner eigenen Reihe fehlenden 95 Tage fielen von diesen anderweitigen Beobachtungen im ganzen 478, nämlich von Herrn Broger 11, von Boston 9, Catania 77, Charkow I 17, Charkow II 13, Charlotteville I 19, Charlotteville II 13, Dorpat 25, Haverford 26, Jena 41, Kremsmünster 27, Ogyalla 30, Berwyn 77, Rom 73 und Schaufling 20; sie füllten die 95 Tage vollständig aus, die meisten davon mehrfach; nur 4 unter ihnen wurden bloss durch eine einzige Beobachtung besetzt, nämlich Jan. 15. durch Boston, Jan. 17. und Febr. 2. durch Catania, Dez. 4. durch Haverford.

Diese 478 Beobachtungen wurden mit den zugehörigen Faktoren auf die Wolf'sche Einheit reduziert, alsdann die je auf den gleichen Tag fallenden zu einem Mittel vereinigt und unter Beisetzung eines * in die Tab. I eingetragen. Die schliesslich gezogenen Monatsmittel sind in Tab. II noch besonders zusammengestellt, zugleich mit der Anzahl n der Beobachtungstage und der Zahl m der fleckenfreien Tage, und zwar giebt Kol. I diese Mittel so, wie sie aus meinen Beobachtungen allein hervorgehen, Kol. II dagegen nach Hinzuziehung der auswärtigen Ergänzungen. Der Einfluss der letzteren tritt, wie zu erwarten, hauptsächlich in denjenigen Monaten auf, die in Zürich infolge ungünstiger Beobachtungsverhältnisse schwächer besetzt sind und zugleich stärkere Schwankungen der Thätigkeit zeigen, so insbesondere im Februar, September und Dezember; die Jahresmittel stimmen beinahe genau überein.

Tägliche Flecken-Relativzahlen im Jahre 1897. **Tab. I.**

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1	52	59*	43	31	34	17	22	24	34	29	9*	28*
2	44	67*	43	46	34	13	26	22	43	37	16*	29*
3	26	67*	46*	47	48	14	31	23	69	22*	9*	25*
4	60	75	50	44*	48*	17	17	19	60	37	7	53*
5	51	53	54*	39	56	14	17	17	83	42*	7	48*
6	47	57	55	57*	30*	7	16	30	73*	22	8	50*
7	65	36	47	68	31	7	26	32	64	28*	10*	60*
8	48	36*	30	68*	32	0	41	30	80	20	9*	65*
9	57	12	46	85	22	0	35	42	94	9	7*	56*
10	57*	20*	46*	80	20	0	31	37	64*	15*	0*	43
11	39	20*	22	55	11*	0	23	29	46*	20	0	66
12	35*	13*	16	59	13	10	19	44	46*	9	0	56
13	50*	10	18*	43	0	19	23	31*	33	22	17	48
14	41*	11	7	29	0	19	37	40	30*	7	8	53
15	45*	14*	29	12*	0*	15	38	20	11*	17	0	49*
16	44*	7	37	14	0	9	35	16	10*	11	0	54
17	46*	16	41	7	0	7	23	14	7	11	9	40*
18	37*	11	20	7	0	0	18	7	34	10	7	37*
19	48*	7	13*	23	8	0	16	9*	47*	0	7	28*
20	38*	7	16	18	13	7*	21	8	43*	16*	18*	8*
21	42	7	0	18	26	13	31	8	60	20*	16	7
22	37*	8	13	7	18	27	37	19	42	10	0	7
23	52	16	7	0*	23	14	26	14	54*	8	0*	7
24	35*	26	19*	0*	11	16	32	17	54	9*	0*	7
25	25	34	21*	7	23	16	38	16	45	0	11*	0*
26	20*	40	21	14	14	16	31*	22	40	0*	16	9*
27	7	46*	17*	0	20	7	25	23	49	0*	7	20
28	21*	47	31	7	24	13	31	8	43	0*	13*	16
29	25		31	25	24	19	33	14	52	0	8	15
30	15		33	20	20	23	27	17	31	0*	32	23
31	50		31		17		31	25		13*		24
Mittel	40,6	29,4	29,1	31,0	20,0	11,3	27,6	21,8	48,1	14,3	8,4	33,3

Als mittlere beobachtete Relativzahl des Jahres 1897 ergiebt sich somit

$$r = \mathbf{26.2.}$$

Die Abnahme gegenüber dem Vorjahre ($r = 41.8$) beträgt 15.6, ist also bereits etwas geringer ausgefallen als von 1895 auf 1896 (22,2); es scheint sich somit zu bestätigen, dass, wie in

Mitteilung 88 angedeutet wurde, die Fleckenkurve in ihrem gegenwärtigen absteigenden Zweige ihr stärkstes Gefälle schon im Jahre 1896 erreicht hat, um sich nun dem Minimum zuzuwenden. Die Zahl der fleckenfreien Tage ist von 7 auf 32 gestiegen; sie verteilen sich nicht ganz gleichmässig über das Jahr, sondern treten im Mai und Juni, sodann im Oktober und November in grösserer Zahl auf, während das erste Quartal des Jahres nur einen einzigen, das dritte gar keinen enthält.

Monatliche Flecken-Relativzahlen im Jahre 1897. Tab. II.

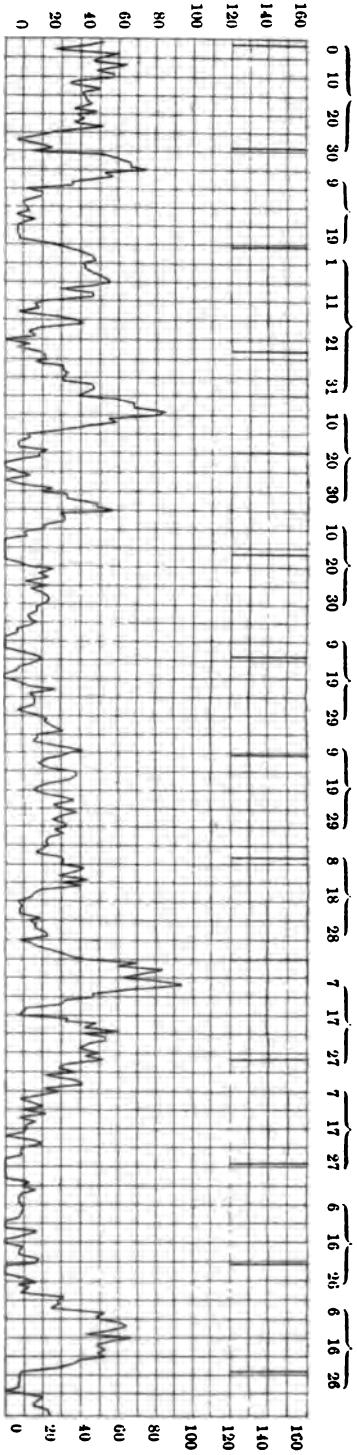
1897	I			II		
	m	*n*	*r*	*m*	*n*	*r*
Januar	0	17	41.4	0	31	40.6
Februar	0	19	25.3	0	28	29.4
März	1	23	29.1	1	31	29.1
April	1	24	31.2	3	30	31.0
Mai	5	27	19.6	6	31	20.0
Juni	6	29	11.4	6	30	11.3
Juli	0	30	27.5	0	31	27.6
August	0	29	22.0	0	31	21.8
September	0	20	51.0	0	30	48.1
Oktober	3	19	14.7	7	31	14.3
November	5	18	8.3	8	30	8.4
Dezember	0	15	29.7	1	31	33.3
Jahr	21	270	25.9	32	365	26.2

Vom Detailverlauf der Fleckenhäufigkeit während des Jahres giebt die nebenstehende Kurve, welche die täglichen Relativzahlen der Tab. I darstellt, ein übersichtliches Bild. Der Verlauf ist unverkennbar gleichmässiger geworden als in den vorangegangenen Jahren; die sekundären Schwankungen sind nach Zahl und Amplitude geringer, entsprechend dem Wolf'schen „Zackengesetz", nach welchem mit der absoluten Stärke des Fleckenphänomens auch die Stärke seiner Veränderlichkeit zu- und abnimmt. Ausgesprochene sekundäre Maxima treten an 8 Stellen auf; die fünf ersten — von Anfang Januar bis Anfang Mai — bilden eine ununterbrochene Kette; zwei weitere, darunter das bedeutendste des ganzen Jahres, finden sich im September, ein letztes im Dezember.

Diesen stehen zwei Minimalperioden gegenüber, die erste von Anfang Mai bis Ende August, die zweite von Mitte Oktober bis Anfang Dezember. Die erstere umfasst somit nicht weniger als $3^1/_2$ Monate, während welcher die Fleckenthätigkeit sich fast konstant auf sehr niederem Niveau gehalten hat, — der erste derartige Fall seit dem letzten Maximum von 1893/94; die zweite Minimalperiode ist etwas kürzer, beträgt nicht ganz zwei Monate, fällt aber durch noch geringere Fleckenbildung und namentlich durch die verhältnismässig grosse Zahl fleckenfreier Tage auf; sie enthält deren volle 15, also nahe die Hälfte aller betreffenden Tage des Jahres.

Die Höhen der einzelnen Maxima sind merklich kleiner als im vorigen Jahre. Während damals die Relativzahl noch mehrfach auf 120 stieg, hat sie in diesem Jahre den Wert 100 nicht mehr erreicht und ist nur ein einziges Mal, im Septembermaximum, auf 94 gelangt; die Zahl 80. wird nur wenige Mal überschritten, alle andern Ordinaten bleiben unter dieser Grenze.

Eine regelmässig periodische Anordnung der Gruppen sekundärer Maxima, wie sie 1895 und 1896 hervortrat, ist in diesem Jahre nicht zu konstatieren. Da-



gegen bemerkt man leicht, dass da, wo solche Maxima eine regelmässige Folge von Erhebungen mit zwischenliegenden Minima bilden, sie wie in frühern Fällen der Anhäufung und zeitweiligen Beständigkeit der Fleckenbildung in gewissen speziellen Gebieten der Fleckenzonen zuzuschreiben sind; so insbesondere in der Zeit vom Januar bis Mai, teilweise auch im September. Annähernd geht dies schon daraus hervor, dass ein Teil der Maxima sich in Zwischenräumen von ungefähr einer synodischen Sonnenrotation von 27^d folgt, bestimmter jedoch, wenn man in der Fig. die einzelnen Rotationsperioden der Sonne (vgl. die betreffenden Bemerkungen in Mitteil. 88) durch vertikale Striche, die vom obern Rande des Netzes ausgehen, gegen einander abgrenzt. Man erkennt sofort, dass die Maxima um Jan. 7., Febr. 4. und März 6. herum nahe derselben Rotationsphase, also einem und demselben Komplex von Thätigkeitsgebieten entsprechen, ebenso diejenigen um März 17., April 9. und Mai 5. herum einem zweiten, vom vorigen verschiedenen Komplex, der auch noch gegen Mai 30. hin in der letzten Phase der daselbst herrschenden Thätigkeit sich bemerkbar macht. In den Maxima vom August und Sept. sind die Wiederholungen etwas weniger auffällig, doch entsprechen sich die kleine Erhebung von Anfang Aug., die sich von dem vorangehenden Teil der Kurve deutlich abtrennt, und das grosse Maximum von Anfang Sept. unzweifelhaft, und dieses letztere kehrt auch, allerdings stark reduziert, Anfang Oktober nochmals wieder, tritt aber wegen eines andern Maximums, das Ende Semptember durch einen vom vorigen verschiedenen Thätigkeitskomplex veranlasst war, weniger hervor.

Einen weit vollständigeren Einblick in diese Abhängigkeit der sekundären Schwankungen von der Verteilung der Fleckengebiete längs der Aequatorialzone der Sonne gewährt natürlich die unmittelbare Vergleichung unserer täglichen, nach den aufeinander folgenden heliographischen Längen orientierten Aufnahmen der Sonnenoberfläche. Aus diesen geht, die obigen Bemerkungen bestätigend, über den Verlauf der Thätigkeit in den Hauptzügen das Folgende hervor:

1. Das Maximum um Jan. 7. war durch die damals in der hel. Normallänge $L = 260^0$ auftretende, sehr grosse Fleckengruppe erzeugt; diese erschien Anfang Februar abermals, in der zweiten Rotation und westlich von ihr in den Längen $L = 330—300^0$

einige neue Gruppen; diesem Komplex ($L = 330—270^0$) entspricht das zweite Maximum in den ersten Tagen des Februar, und seiner nochmaligen Wiederkehr in der dritten Rotation des Maximum um den 6. März herum.

2. Ein zweiter Hauptkomplex von Fleckengruppen befand sich zunächst in $L = 120^0$; es entspricht ihm derjenige Teil des ersten Maximums, der um Jan. 20 herum liegt; er kehrte auch in der zweiten Rotation wieder, erzeugte aber, auf einen einzigen Hoffleck reduziert, keine stärkere Erhebung der Kurve, wohl aber in der dritten Rotation, wo in derselben Gegend ($L = 130^0$) neuerdings sehr beträchtliche Fleckenbildungen stattfanden. Diesen entspricht das Maximum, dessen Höhepunkt auf März 16. fällt und auch die Maxima um April 9. und Mai 5., endlich das letzte geringe Ansteigen gegen Mai 30. hin sind der Wiederkehr desselben, etwa von $L = 170—105^0$ sich erstreckenden Gebietes zuzuschreiben. Die letztgenannte Erhebung fällt aber bereits in die lange Minimalperiode, die Mitte Mai durch sechs aufeinanderfolgende fleckenfreie Tage eingeleitet wurde und bis Ende August anhielt. Die vielen kleinen, hier rasch aufeinanderfolgenden Hebungen und Senkungen der Kurve, ohne regelmässige Anordnung, stimmen damit überein, dass die wenigen auftretenden Gruppen sich ziemlich gleichmässig auf den ganzen Umfang der Fleckenzonen verteilten.

3. Die erste grössere Fleckengruppe nach diesem allgemeinen Minimum trat Aug. 3. in $L = 330^0$ auf; es entspricht ihr die Erhebung der Kurve von Aug. 3.—15., die von dem vorangehenden Teil sich bereits etwas schärfer abtrennt. Ihr folgte zunächst ein nur schwach mit Flecken besetztes Gebiet und erzeugte ein ca. 14 Tage, nämlich bis Ende Aug. dauerndes Minimum; dann aber traten Aug. 29. am Ostrande die ersten Teile eines von $L = 340—275^0$ sich erstreckenden Komplexes ein, der das stärkste Fleckengebiet des ganzen Jahres repräsentiert und auf dem auch die Augustgruppe wiedergekehrt ist. Derselbe Komplex erschien sodann in der folgenden Rotation im Anfang Oktober nochmals, aber weit schwächer besetzt; dagegen hatten inzwischen in $L = 110—40^0$ eine Anzahl neuer Gruppen sich gebildet, die das Maximum von Sept. 20.—30. erzeugten, aber die betreffende Rotationsperiode nicht überdauerten. Mit Oktober 9. trat nun die

zweite Ruheperiode ein, die, wie schon bemerkt, durch zahlreiche fleckenfreie Tage, und auch durch die weitere Thatsache besonders charakterisiert ist, dass von Nov. 6.—27. kein einziger Hoffleck sichtbar war.

4. Eine letzte kurze Thätigkeitsperiode des Jahres begann Nov. 28. mit der Bildung von Fleckengruppen in $L = 240—210^0$ und ganz besonders in $L = 100—80^0$, wo die umfangreiche Dezembergruppe entstand und das sehr ausgeprägte Maximum von Dez. 6.—19. erzeugte; ihrem Austritt am Westrand der Sonne entspricht sodann der starke Abfall der Fleckenkurve gegen den Schluss des Jahres.

Tab. III enthält die Vergleichung des Ganges der Relativzahlen mit jenem der magnetischen Deklinations-Variationen nach den Beobchtungen von Mailand, Christiania, Prag und Wien, deren Resultate unter Nr. 773—776 der Sonnenfleckenlitteratur gegeben sind. Die Beobachtungen der drei ersten Orte verdanke ich der gefl. Mitteilung der Herren Prof. Schiaparelli, Geelmuyden und Weinek, diejenigen von Wien sind dem Anzeiger der Wiener Akademie entnommen.

Betrachtet man vorerst die Jahresmittel, so geben die in Mitteil. LXXXVI für die 4 Orte aufgestellten Variationsformeln:

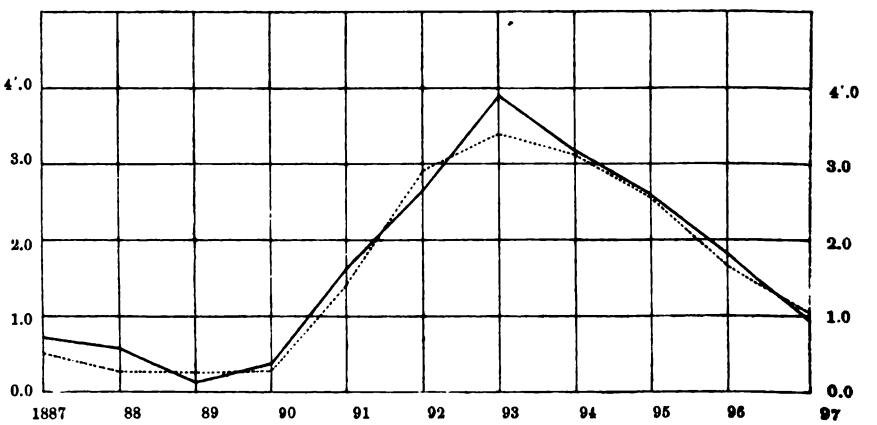
$$v = 4'.89 + 0.040\ r \text{ Christiania}$$
$$v = 6.00 + 0.040\ r \text{ Prag}$$
$$v = 5.62 + 0.040\ r \text{ Wien}$$
$$v = 5.67 + 0.040\ r \text{ Mailand},$$

wenn für r der oben für 1897 gefundene Wert 26.2 eingesetzt wird, die in der zweiten Zeile der Tabelle enthaltenen „Berechneten Variationen", in der dritten Zeile deren Abweichungen von den beobachteten Werten, in der letzten Kolumne sodann die Mittel dieser 3 Zahlengruppen für die vier Orte zusammen genommen. Die Abweichungen sind für Christiania und Wien fast Null, für Prag und Mailand etwas grösser, immerhin noch weit innerhalb der Beträge, die in Mitteil. LXXXVI pag. 208 bei der Aufstellung der neuen Variationsformeln als mittlere Abweichungen zwischen Beobachtung und Formel für die Zeit von 1841—94 gefunden worden waren; dasselbe gilt vom Unterschied der Mittelwerte in der letzten Kolumne, der nur $-0'.1$ beträgt. Zur Vergleichung

Vergleichung der Relativzahlen und magnet. Dekl.-Variationen. Tab. III.

1897	r	$\Delta v = 0{,}040.r$	v Christiania	Prag	Wien	Mailand	Mittel
Beob.	26,2	—	5',97	6',85	6',68	6',48	6',50
Berech.	—	1',05	5,94	7,05	6,67	6,72	6,60
Diff.	—	—	+0,03	−0,20	+0,01	−0,24	−0,10
1896	41,8	1,67	+0,04	+0,12	+0,55	−0,27	+0,11
1895	64,0	2,56	−0,16	+0,11	+0,17	+0,05	+0,04
1894	78,0	3,12	+0,27	−0,10	−0,02	+0,07	+0,05
1893	84,9	3,40	+0,87	+0,19	−0,10	+1,07	+0,51
1892	73,0	2,92	−0,45	−0,27	−0,05	−0,23	−0,25
1891	35,6	1,42	0,00	0,00	+0,64	+0,22	+0,22
1890	7,1	0,28	+0,10	−0,12	+0,22	+0,19	+0,10
1889	6,3	0,25	−0,06	−0,26	+0,14	−0,25	−0,11
1888	6,7	0,27	+0,28	+0,37	+0,70	−0,11	+0,31
1887	13,1	0,52	−0,10	+0,20	+0,67	+0,01	+0,20
1896/97	dr	dv' Berech.	dv'' (Beob.)				Mittel
Jan.	+11,5	+0',46	−0',54	−1',73	−1',00	−0',52	−0',95
Febr.	−28,0	−1,12	−0,95	−1,61	−0,81	−0,53	−0,98
März	−22,9	−0,92	−0,83	−0,76	−1,12	−1,51	−1,06
April	−12,8	−0,51	−0,71	−1,79	−1,65	−1,71	−1,47
Mai	−7,7	−0,31	−0,93	−0,94	−0,79	−0,72	−0,85
Juni	−37,7	−1,51	−0,56	−0,47	−0,94	−0,93	−0,73
Juli	−17,4	−0,70	−0,25	−1,02	−0,67	−0,31	−0,56
Aug.	−5,4	−0,22	−0,29	−0,19	−1,07	+0,50	−0,26
Sept.	−13,2	−0,53	−1,86	−0,87	−1,24	−0,84	−1,20
Okt.	−14,1	−0,56	+0,06	−1,43	−1,04	−0,39	−0,70
Nov.	−29,6	−1,18	−0,86	−0,76	−0,72	−0,15	−0,62
Dez.	−9,3	−0,37	+0,16	+0,23	−2,89	−0,07	−0,64
Jahr	−15,6	−0,62	−0,63	−0,95	−1,16	−0,60	−0,84

——— Magnet. Deklinations-Variationen ($v-a$).
····· Sonnenflecken-Relativzahlen ($b.\ r$).



sind wie früher die entsprechenden Zahlen für die vorausgegangenen 10 Jahre beigefügt, so dass das gegenseitige Verhalten beider Erscheinungen immer für eine volle elfjährige Periode vor Augen liegt; einen noch bessern Ueberblick geben die beiden Kurven, von denen die vollausgezogene den Verlauf der magnetischen Variation, nämlich im Mittel für die vier Orte den Ueberschuss der beobachteten Variation über die Konstante a der Variationsformeln, also den Betrag

$$v - a = 0.040\ r + \text{„Diff.“},$$

die punktierte dagegen die $\Delta\ v = 0.040\ r$, d. h. den Verlauf der Relativzahlen, in der Einheit der Variationen ausgedrückt, darstellt. Das Jahr 1897 gehört hienach hinsichtlich der Genauigkeit des Anschlusses zu den befriedigendsten der gegenwärtigen Periode, indem die Abweichung beider Kurven nur für 1890, 1894 und 1895 noch etwas kleiner ist.

Der Gang beider Erscheinungen im einzelnen innerhalb des Jahres ist im zweiten Teil der Tab. III dargestellt, die zweite Kol. giebt für jeden Monat die Zunahme dr des Monatsmittels der Relativzahlen gegenüber dem gleichnamigen Monat des Vorjahres an, die dritte Kol. die hiernach für 1897 zu erwartende Zunahme der Variation $dv' = 0.040\ dr$, die folgenden vier sodann die an den 4 Orten wirklich beobachteten, von der jährlichen Schwankung der Variation unabhängigen Werte dv'' dieser Zunahmen, die letzte Kol. deren Mittel. Die Vergleichung der dritten Kol. mit allen folgenden zeigt, dass die fortdauernde allgemeine Abnahme der Relativzahlen seit dem Vorjahre auch in den Variationen sehr schön ausgesprochen ist, nicht nur in der Mittelreihe, sondern auch in jeder einzelnen der 4 Ortsreihen, die unter sich fast überall mit Ausnahme weniger Stellen so gut übereinstimmen, als man nach der Natur und Bildungsweise der betreffenden Zahlen überhaupt erwarten kann. Da wo grössere Differenzen zwischen dv' und dv'' auftreten, geschieht es mehrfach in der Art, dass zu der betreffenden Abweichung eine ebensolche, aber von entgegengesetztem Zeichen für denselben Ort und Monat in der Zusammenstellung von 1896 (vgl. Tab. III in Mitt. LXXXVIII) sich vorfindet; so z. B. für alle 4 Orte übereinstimmend im Januar, wo die einzige Zeichenverschiedenheit zwischen der berechneten

und der mittlern beobachteten Abnahme und zugleich der grösste absolute Betrag des Unterschiedes beider vorkommt, ferner teilweise im Juni, und besonders im Dezember für Wien. Diese Fälle geben neue Belege für die in Mitt. LXXXVII gemachte Bemerkung, dass solche Unterschiede häufig nur als durch die Methode der Vergleichung bedingte Nachwirkungen von Anomalien des Vorjahres nach entgegengesetzter Richtung zu betrachten sind. Zieht man nur die Mittelreihe in Betracht, so ist für alle Monate mit Ausnahme des Januar die Uebereinstimmung mit der Reihe der dv', auch da wo die stärksten Abnahmen gegenüber dem Vorjahre auftreten, also im Februar, Juni und Nov. eine befriedigende zu nennen, insofern die Unterschiede $dv'-dv''$ nur wenige Male den Betrag einer halben Minute merklich überschreiten. Anderseits ist nicht zu übersehen, dass sich zu den starken Dekrementen der Variation im April und Sept. keine ebensolchen in den Relativzahlen, bezw. den daraus berechneten dv' finden; die im Vergleich zu den vorhergehenden Jahren bessere Uebereinstimmung der beiden Zahlenreihen ist wohl zum guten Teil auf Rechnung des Umstandes zu setzen, dass mit der Annäherung an das Minimum die sekundären Schwankungen sowohl der Variationen als der Relativzahlen überhaupt an Stärke abgenommen haben und damit die Möglichkeit des Auftretens starker Divergenzen von vornherein vermindert ist. —

Als Fortsetzung der Sonnenfleckenlitteratur folgt hier die Zusammenstellung der Beobachtungsreihen, welche für die Fleckenstatistik des Jahres 1897 und ihre Vergleichung mit den magnetischen Variationen Verwendung gefunden haben.

757) Alfred Wolfer, Beobachtungen der Sonnenflecken auf der Sternwarte in Zürich im Jahre 1897 (Forts. zu 739.)

Instrument: Fernrohr von 8 *cm* Oeffnung mit Polarisationshelioskop und Okular von 64-facher Vergrösserung. * bezeichnet Beobachtungen mit dem Handfernrohr I.

1897		1897		1897		1897		1897		1897	
I 1	6.26	I 7	4.69	I 25	3.11	II 5	5.38	II 16	1.1	II 22	1.4
– 2	6.13	– 8	3.50	– 27	1.1	– 6	5.45	– 17	1.16	– 23	2.7
– 3	3.14	– 9	3.65	– 29	3.11	– 7	4.20	– 18	1.8	– 24	3.14
– 4	4.60	– 11	2.45	– 30	2.5	– 9	1.3*	– 19	1.2	– 25	3.26
– 5	4.14*	– 21	3.40	– 31	5.34	– 13	1.7	– 20	1.2	– 26	5.16
– 6	3.49	– 23	4.47	II 4	5.75	– 14	1.2*	– 21	1.1	– 28	5.28

1897		1897		1897		1897		1897		1897	
III 1	5.22	IV 22	1.1	VI 7	1.1	VII 18	2.10	VIII 30	2.8	X 29	0.0
- 2	5.21	- 25	1.1	- 8	0.0	- 19	2.7	- 31	3.12	XI 4	1.1
- 4	5.33	- 26	2.3	- 9	0.0	- 20	3.5	IX 1	3.27	- 5	1.1
- 6	6.32	- 27	0.0	- 10	0.0	- 21	4.11	- 2	4.31	- 6	1.3
- 7	6 19	- 28	1.1	- 11	0.0	- 22	3.31	- 3	6.55	- 11	0.0*
- 8	4.10	- 29	3.12	- 12	1.6	- 23	2.23	- 4	4.24*	- 12	0.0*
- 9	5.27	- 30	2.13	- 13	1.22	- 24	2.33	- 5	5.89	- 13	2.8
- 11	3.6	V 1	4.17	- 14	1.21	- 25	2.44	- 7	5.56	- 14	1.3
- 12	2.6	- 2	3.27	- 15	1.15	- 27	2.7*	- 8	5 35*	- 15	0.0
- 14	1.2	- 3	3.50	- 16	1.5	- 28	2.31	- 9	5.106	- 16	0.0
- 15	2.28	- 5	5.44	- 17	1.1	- 29	3.25	- 13	4.15	- 17	1.5
- 16	2.42	- 7	2.31	- 18	0.0	- 30	3.15	- 17	1.1	- 18	1.2
- 17	4.28	- 8	2.34	- 19	0.0	- 31	4.11	- 18	4.17	- 19	1.1
- 18	1.23	- 9	2.16	- 21	2.2	VIII 1	2.5*	- 21	5.50	- 21	2.6
- 20	2.6	- 10	2.13	- 22	4.5	- 2	2.3*	- 22	3.15*	- 22	0.0
- 21	0.0	- 12	2.2	- 23	2.4	- 3	2.5*	- 24	4.17*	- 26	2.6
- 22	2.2	- 13	0.0	- 24	2.6	- 4	1.10*	- 25	3.18*	- 27	1.2
- 23	1.1	- 14	0.0	- 25	2.6	- 5	1.9*	- 26	3.12*	- 29	1.4
- 26	2.2*	- 16	0.0	- 26	2.7	- 6	2.12*	- 27	5.31	- 30	3.23
- 28	3.3*	- 17	0.0	- 27	1.1	- 7	2.14*	- 28	5.22	XII 10	3.42
- 29	3.3*	- 18	0 0	- 28	2.2	- 8	2.30	- 29	7.16	- 11	4.30*
- 30	3.5*	- 19	1.3	- 29	2.12	- 9	4.30	- 30	4.16	- 12	3.63
- 31	3.3*	- 20	1.11	- 30	2.19	- 10	3.32	X 1	4.8	- 13	1.70
IV 1	3.3*	- 21	2.23	VII 1	2.16	- 11	3.19	- 2	5.12	- 14	2.68
- 2	4.36	- 22	2.10	- 2	2.23	- 12	4.33	- 4	5.11	- 16	3.60
- 3	5.28	- 23	2.19	- 3	3.22	- 14	3.36	- 6	2.3*	- 21	1.1
- 5	5.15	- 24	1.2*	- 4	2.9	- 15	2.13	- 8	3.3	- 22	1.1
- 7	7.44	- 25	2.4*	- 5	2.8	- 16	2.6	- 9	1.5	- 23	1.2
- 9	9.51	- 26	2.4	- 6	2.6	- 17	2.4	- 11	2.14	- 24	1.2
- 10	7.64	- 27	3.4	- 7	3.14	- 18	1.1	- 12	1.5	- 27	3.3
- 11	6.32	- 28	2.5*	- 8	4.28	- 20	1.3	- 13	3.7	- 28	2.6
- 12	6.38	- 29	2.5*	- 9	4.19	- 21	1.4	- 14	1.1	- 29	2.5
- 13	6.11	- 30	2.14	- 10	4.12	- 22	2.11	- 15	2.8	- 30	3.9
- 14	4.8	- 31	2.9	- 11	3.8	- 23	2.4	- 16	1.8	- 31	3.10
- 16	2.4	VI 1	2 9	- 12	2.12	- 24	2.8	- 17	1.8		
- 17	1.2	- 2	2.2	- 13	3.9	- 25	2.6	- 18	1.6		
- 18	1.1	- 3	2.4	- 14	4.22	- 26	3.7	- 19	0.0		
- 19	2.18	- 4	2.8	- 15	4.24	- 27	3.8	- 22	1.7		
- 20	2.10	- 5	2.4	- 16	4.18	- 28	1.3	- 23	1.3		
- 21	2.10	- 6	1.1	- 17	3.9	- 29	2.4	- 25	0.0		

758) Max Broger, Beobachtungen der Sonnenflecken auf der Sternwarte in Zürich im Jahre 1897. (Forts. zu 741.)

Instrument: Fernrohr von 8 *cm* Oeffnung und 64-facher Vergrösserung. Polarisationshelioskop. * bezeichnet Beobachtungen mit einem Handfernrohr.

1897		1897		1897		1897		1897		1897	
I 2	4.14	I 23	3.59	II 7	3.17	II 22	1.3	III 4	5.43	III 15	2.28
- 3	3.15	- 25	2.24	- 9	1.10?	- 23	2.8	- 6	6.41	- 16	2.42
- 4	3.53	- 27	1.3	- 13	2.9	- 24	3.13	- 7	4.22	- 17	3.33
- 6	3.45	- 29	2.14	- 17	1.9	- 25	3.21	- 8	2.9?	- 18	1.26
- 7	3.53	- 31	5.44	- 18	1.8	- 26	4.27	- 9	6.30	- 20	1.4
- 8	3.62	II 4	4.61	- 19	1.4	- 28	5.43	- 11	3.10	- 21	0.0
- 9	3.59	- 5	5.41	- 20	1.4	III 1	4.30	- 12	2.9	- 22	1.3
- 10	2.38	- 6	4.60?	- 21	1.3	- 2	5.46	- 14	1.4	- 23	1.4

1897		1897		1897		1897		1897		1897	
III 24	2.13	V 10	2.9	VI 17	0.0	VII 23	2.25	IX 3	6.29	X 29	0.0
- 26	2.11	- 12	0.0*	- 18	0.0	- 24	2.33	- 4	5.31?	XI 4	1.4
- 27	2.5	- 13	0.0	- 19	0.0	- 25	2.36	- 5	5.62	- 5	1.3
- 28	3.8	- 14	0.0	- 21	2.4	- 28	2.25	- 7	6.42?	- 6	1.4
- 29	3.14	- 16	0.0	- 22	3.9	- 29	3.25	- 8	7.72	- 11	0.0
- 30	3.14	- 17	0.0	- 23	2.12	- 30	3.18	- 9	6.67	- 13	1.5
- 31	4.14	- 18	0.0	- 24	2.8	- 31	4.14	- 17	1.3	- 14	1.4
IV 2	4.39	- 19	1.3	- 25	2.8	VIII 1	2.9	- 18	4.11	- 15	0.0
- 3	5.34	- 20	1.7	- 26	2.5	- 2	1.4	- 21	5.36	- 16	0.0
- 5	4.20	- 21	2.15	- 27	1.3	- 3	2.11	- 22	5.35	- 17	0.0
- 7	6 55	- 22	1.9	- 28	2.6	- 4	1.10	- 23	5.32	- 18	1.4
- 9	9.64	- 23	1.6	- 29	2.12	- 5	2.23	- 24	5.30	- 19	1.2
- 10	7.58	- 24	1.4*	- 30	2.16	- 6	2.32	- 25	3.29	- 21	1.6
- 11	7.49	- 25	1.5*	VII 1	2.14	- 7	2.34	- 26	4.28	- 22	0.0
- 12	8.42	- 26	1.5*	- 2	2.15	- 8	2.22	- 27	5.23	- 26	1.6
- 14	1.5*	- 27	1.4*	- 3	3.22	- 9	2.23	- 28	5.18	- 27	2.8
- 17	1.3*	- 28	1.3*	- 4	2.12?	- 10	2.19	- 29	7.16	- 28	2.7
- 19	2.5*	- 29	2.6*	- 5	2.9	- 11	1.4*	- 30	4.19	- 29	2.8
- 20	2.16	- 30	2.5*	- 6	2.7	- 12	2.5*	X 1	4.10	- 30	3.20
- 21	2.9	- 31	2.5*	- 7	4.14	- 14	2.8*	- 2	3.8	XII 1	3.17
- 22	1.5	VI 1	2.4*	- 8	4.25	- 15	1.5*	- 4	4.14	- 9	3.28
- 24	0.0	- 2	2.8	- 9	4.21	- 17	1.3*	- 8	2.4	- 10	4.43
- 25	0.0	- 4	2.11	- 10	4.12	- 18	1.4*	- 9	0.0?	- 12	4.46
- 26	1.2	- 5	2.6	- 11	2.7	- 20	1.3*	- 10	2.4	- 13	2.30
- 27	0.0	- 6	1.3	- 12	3.14	- 21	1.1*	- 11	1.4	- 14	3.31
- 28	2.4	- 7	1.1	- 13	3.13	- 22	2.5*	- 13	2.6	- 16	4.30
- 29	3.14	- 8	0.0	- 14	4.23	- 24	1.2*	- 14	1.2	- 21	1.3
- 30	2.13	- 9	0.0	- 15	3.14	- 25	1.2*	- 15	1.3	- 22	1.4
V 1	3.23	- 10	0.0?	- 16	4.19	- 26	1.2*	- 16	1.8	- 23	1.3
- 2	3.27	- 11	0.0	- 17	2.10	- 27	0.0*	- 17	1.11	- 24	0.0*
- 3	3.38	- 12	1.14	- 18	1.9	- 28	0.0*	- 18	1.7	- 27	1.3*
- 5	3.53	- 13	1.18	- 19	2.8	- 30	1.5	- 20	1.4	- 28	1.3*
- 7	2.27	- 14	1.24	- 20	2.4	- 31	1.8	- 21	2.6	- 29	1.3*
- 8	2.31	- 15	1.11	- 21	3.10	IX 1	3.24	- 22	1.6	- 30	2 5*
- 9	2.19	- 16	1.3	- 22	2.22	- 2	4.25	- 23	0.0	- 31	2.5*

759) Sonnenfleckenbeobachtungen von Herrn W. Winkler auf seiner Privatsternwarte in Jena. Briefliche Mitteilung. (Forts. zu 742.)

Instrument: 4zölliger Steinheil'scher Refraktor mit Polarisationshelioskop und 80-facher Vergrösserung.

1897		1897		1897		1897		1897		1897	
I 1	4.10	I 29	1.1	II 18	1.5	III 4	4.28	III 20	1.1	IV 6	5.13
- 4	3.19	- 30	2.6	- 19	1.1	- 5	5.22	- 22	1.1	- 7	6.21
- 5	4.36	II 3	4.35	- 20	1.1	- 7	2.2	- 24	1.1	- 9	5.22
- 6	3.28	- 5	5.31	- 21	1.1	- 9	6.13	- 26	1.1	- 10	7.43
- 7	2.42	- 6	4.34	- 22	1.1	- 10	4.7	- 27	2.3	- 12	5.17
- 8	2.41	- 9	2.5	- 24	2.8	- 11	3.4	- 28	3.3	- 13	4.4
- 10	1.48	- 11	2.9	- 25	2.7	- 12	2.2	- 29	3.3	- 14	2.2
- 22	2.14	- 12	1.3	- 26	3.7	- 13	2.3	- 30	3.4	- 15	1.2
- 23	2.6	- 13	1.3	- 27	4.13	- 15	1.11	- 31	3.4	- 16	1.2
- 26	2.3	- 14	1.4	- 28	5.13	- 16	1.18	IV 3	3.9	- 17	1.1
- 27	1.1	- 16	1.3	III 1	5.9	- 17	1.15	- 4	4.7	- 18	0.0
- 28	1.1	- 17	1.9	- 3	4.16	- 18	1.6	- 5	4.9	- 21	1.4

1897		1897		1897		1897		1897		1897	
IV 23	0.0	VI 15	2.9	VII 15	2.6	VIII 29	1.2	X 13	0.0	XI 20	0.0
– 24	0.0	– 16	1.2	– 16	1.3	– 30	1.4	– 14	0.0	– 24	0.0
– 26	0.0	– 18	0.0	– 18	1.6	– 31	1.4	– 15	0.0	– 25	1.3
– 27	0.0	– 19	0.0	– 19	2.6	IX 1	3.13	– 16	1.5	– 26	1.1
– 28	0.0	– 21	1.1	– 20	2.3	– 2	3.14	– 17	1.10	– 29	2.2
– 30	2.9	– 22	1.1	– 21	3.9	– 4	4.35	– 18	1.6	– 30	1.9
V 2	3.17	– 23	2.3	– 22	2.10	– 5	3.20	– 19	1.2	XII 1	1.11
– 3	3.22	– 24	2.3	– 23	2.12	– 7	7.39	– 20	1.3	– 2	1.15
– 5	3.16	– 25	2.3	– 24	2.21	– 8	8.64	– 24	1.1	– 9	3.26
– 6	2.11	– 26	1.1	– 25	2.17	– 14	3.8	– 25	0.0	– 10	2.37
– 7	2.17	– 27	1.1	– 26	3.17	– 16	1.3	– 26	0.0	– 11	3.39
– 8	2.8	– 28	2.2	– 27	3.6	– 18	2.7	– 28	0.0	– 12	3.37
– 10	2.5	– 29	2.7	– 28	3.18	– 22	4.22	– 29	0.0	– 13	2.39
– 31	2.7	– 30	2.9	VIII 1	1.4	– 25	3.26	– 30	0.0	– 14	3.36
VI 1	2.8	VII 1	2.8	– 2	2.3	– 26	4.26	XI 4	1.1	– 15	3.36
– 2	2.3	– 2	2.9	– 3	2.10	– 27	5.16	– 5	1.1	– 16	4.24
– 3	2.2	– 3	2.13	– 4	1.11	– 28	5.15	– 6	1.2	– 17	3.22
– 4	2.6	– 4	2.7	– 5	2.16	– 29	5.8	– 9	0.0	– 22	1.3
– 5	1.1	– 6	2.5	– 6	2.21	– 30	4.13	– 10	0.0	– 26	1.1
– 6	1.1	– 8	4.11	– 7	3.26	X 1	4.8	– 11	0.0	– 27	1.1
– 7	0.0	– 9	4.12	– 8	3.35	– 5	2.2	– 12	0.0	– 28	1.3
– 8	0.0	– 10	4.12	– 9	3.22	– 6	3.3	– 13	1.4	– 29	1.3
– 10	0.0	– 11	2.3	– 10	3.18	– 8	2.2	– 14	1.3	– 30	3.6
– 12	1.10	– 12	2.4	– 11	2.12	– 9	0.0?	– 16	0.0	– 31	3.7
– 13	1.15	– 13	3.8	– 12	3.19	– 10	2.2	– 18	1.1		
– 14	2.11	– 14	3.14	– 28	2.3	– 12	0.0	– 19	0.0		

760) Sonnenfleckenbeobachtungen auf der Sternwarte in Kremsmünster; nach brieflicher Mitteilung von Herrn Prof. Fr. Schwab, Direktor der Sternwarte. (Forts. zu 743.)

Instrument: Plössl'sches Fernrohr von 58 *mm* Oeffnung und 40-facher Vergrösserung.

1897		1897		1897		1897		1897		1897	
I 1	3.14	II 27	4.17	IV 11	7.37	V 24	1.5	VI 27	1.1	VII 21	4.18
– 2	4.13	III 1	5.12	– 12	7.27	– 25	2.6	– 29	2.7	– 22	3.9
– 3	5.15	– 2	5.29	– 13	7.23	– 29	2.14	– 30	2.15	– 23	3.32
– 5	5.51	– 5	6.34	– 17	1.2	– 30	2.17	VII 1	2.13	VIII 4	1.15
– 6	4.43	– 9	6.26	– 18	2.4	– 31	2.13	– 2	3.14	– 5	3.26
– 9	3.82	– 11	3.7	– 19	2.12	VI 1	2.14	– 3	3.13	– 6	3.29
– 24	3.30	– 12	1.4	– 22	0.0	– 2	2.9	– 5	2.3	– 8	2.20
– 25	4.14	– 13	2.5	– 26	0.0	– 3	2.3	– 6	2.5	– 9	2.33
– 27	1.2	– 15	1.25	– 27	0.0	– 4	2.8	– 7	3.6	– 10	3.24
– 31	5.34	– 17	2.25	– 28	1.1	– 5	2.3	– 8	4.15	– 11	3.22
II 1	6.47	– 18	1.20	– 30	2.9	– 6	1.1	– 9	5.13	– 12	4.28
– 9	1.7	– 30	3.8	V 1	3.12	– 12	1.6	– 10	5.12	– 14	3.33
– 12	1.5	– 31	4.14	– 2	3.39	– 13	2.17	– 11	2.5	– 15	1.12
– 16	2.5	IV 2	3.22	– 4	3.46	– 14	2.19	– 12	4.9	– 17	1.2
– 17	3.15	– 3	3.16	– 10	2.8	– 15	2.12	– 13	4.8	– 18	1.2
– 18	3.8	– 6	6.23	– 12	0.0	– 18	0.0	– 15	5.12	– 19	1.2
– 19	1.3	– 7	9.29	– 18	0.0	– 23	2.4	– 16	5.20	– 21	1.3
– 20	1.2	– 8	10.42	– 19	0.0	– 24	2.4	– 18	3.7	– 22	2.7
– 22	1.1	– 9	10.52	– 21	2.12	– 25	2.3	– 19	3.9	– 27	2.6
– 25	2.22	– 10	9.38	– 22	2.14	– 26	2.3	– 20	2.3	– 28	1.3

1897		1897		1897		1897		1897		1897	
VIII	30	1.4	IX 14	3.13	IX 29	6.11	X 17	2.9	XI 11	1.1	XI 30	3.14
-	31	1.5	- 15	1.2	- 30	5.14	- 22	1.3	- 12	2.4	XII 1	2.21
IX	1	3.16	- 18	2.8	X 1	4.8	- 24	1.2	- 14	1.1	- 3	2.18
-	2	5.15	- 20	3.14	- 2	3.11	- 25	0.0	- 18	1.3	- 11	7.48
-	3	5.31	- 21	8.28	- 3	3.9	- 26	0.0	- 19	0.0	- 19	3.7
-	5	8.59	- 24	4.28	- 11	1.5	- 28	0.0	- 20	2.8	- 22	1.2
-	7	9.56	- 25	4.32	- 13	1.3	XI 3	1.3	- 21	1.4	- 24	0.0
-	8	8.64	- 26	5.21	- 14	0.0	- 4	1.3	- 22	0.0	- 26	1.1
-	9	10.43	- 27	7.20	- 15	1.5	- 9	0.0	- 23	0.0	- 27	1.1
	10	6.36	- 28	5.14	- 16	1.6	- 10	0.0	- 26	2.6	- 28	1.4

In der von Herrn Prof. Schwab kürzlich herausgegebenen Publikation: „Beiträge zur Witterungskunde von Oberösterreich im Jahre 1896, gesammelt und zusammengestellt von Prof. Fr. Schwab, Direktor der Sternwarte Kremsmünster. unter Mitwirkung von Prof. G. Wenzel und Prof. Th. Schwarz" findet sich auf pag. 85 die Notiz, dass man nach den Beobachtungen in Kremsmünster im Jahre 1892 an 17 Tagen, 1893 an 72, 1894 an 50, 1895 an 34 und 1896 an 11 Tagen Sonnenflecken mit unbewaffnetem Auge sehen konnte.

Diese Angaben enthalten eine in mehreren Richtungen charakteristische Ergänzung der gewöhnlichen Fleckenstatistik, und auf meine Bitte um Mitteilung der detaillierten Betrachtungen war Herr Prof. Schwab so freundlich, mir die nachstehende Tabelle zu übersenden, die hier in der Form des Originals wiedergegeben ist. Die erste Kolumne enthält das Datum, die zweite die Anzahl Flecken, event. Fleckengruppen, die an dem betreffenden Tage von freiem Auge sichtbar waren.

1892		1893		1893		1893		1894		1894	
II	10	1	III 26	1	VII 11	3	X 22	1	II 25	1	V 29	1
-	13	1	- 27	1	- 12	2	- 24	1	III 11	1	- 30	2
-	14	1	- 28	1	- 16	1	- 25	1	- 12	1	- 31	2
V	24	1	- 29	1	VIII 6	1	- 26	1	- 13	1	VI 16	2
-	25	1	- 31	1	- 7	2	- 28	1	- 31	2	- 20	1
VII	7	1	IV 14	1	- 8	3	XI 25	1	IV 1	3	- 23	1
-	8	1	- 16	1	- 9	2	- 26	1	- 2	3	VII 13	1
-	9	1	- 17	1	- 10	3	XII 4	2	- 3	3	- 14	2
-	10	1	- 18	1	- 12	1	- 29	3	- 4	3	VIII 15	1
-	11	1	- 19	1	- 14	1	- 30	3	- 5	2	- 16	1
-	12	1	- 23	1	IX 1	4	- 31	3	- 6	1	- 19	1
-	30	1	- 24	1	- 4	4	**1894**		- 10	1	X 6	1
-	31	1	- 25	1	- 5	3			- 11	1	- 7	1
VIII	4	1	- 26	1	- 6	2	I 2	1	- 12	1	- 8	1
-	5	1	V 1	1	- 9	1	- 3	1	- 18	1	- 10	1
-	6	1	- 2	1	- 11	2	- 15	1	- 19	1	**1895**	
-	7	1	- 3	1	- 12	1	- 16	1	- 20	1		
X	8	1	- 4	1	- 13	1	- 20	3	- 23	1	IV 25	1
1893			VI 2	2	- 15	1	- 22	2	- 24	1	- 26	1
			- 16	1	- 19	1	II 18	1	- 25	1	V 22	1
III	13	1	- 17	1	- 21	1	- 19	1	- 26	2	- 23	1
-	15	1	- 25	1	- 22	1	- 20	1	- 27	2	VI 17	1
-	16	1	VII 6	1	- 23	1	- 21	1	V 2	1	- 18	1
-	17	1	- 7	1	- 29	2	- 22	1	- 3	1	- 19	1
-	18	1	- 8	2	- 30	2	- 23	1	- 4	1	VIII 2	1
-	24	2	- 9	2	X 2	1	- 24	1	- 28	1	- 9	1

1895		1895		1895		1896		1897		1897	
VIII 10	1	IX 3	1	X 2	2	VI 1	1	I 5	1	VIII 6	1
- 18	1	- 4	1	- 3	2	- 4	1	- 6	1	- 8	1
- 19	1	- 5	1	- 4	1	- 6	1	- 9	1	- 9	1
- 20	1	- 6	1	- 22	1	- 16	1	- 27	1	- 10	1
- 21	1	- 7	1	- 23	1	IX 15	1	V 29	1	- 11	1
- 22	1	- 27	1	**1896**		XI 5	1	- 30	1	- 12	1
- 23	1	- 28	2			- 6	1	- 31	1	IX 7	1
- 31	1	- 29	2	II 23	2	- 9	1	VI 1	1	- 8	1
IX 1	1	- 30	2	- 26	1			- 2	1		
- 2	1	X 1	2	V 31	1			- 3	1		

Beim Durchgehen der Tabelle bemerkt man, dass die Beobachtungstage sich in der Regel zu mehr oder weniger langen Aufeinanderfolgen gruppieren, die jeweilen einem und demselben, event. mehreren gleichzeitig sichtbaren Objekten entsprechen. Ich habe an der Hand unserer Sammlung täglicher Sonnenbilder für jedes Jahr die betreffenden Flecken oder Fleckengruppen, auf die sich die Wahrnehmungen in Kremsmünster beziehen mussten, ausgezogen und deren Summen zugleich mit den aus der obigen Tabelle zu entnehmenden Summen der Beobachtungstage und den Jahresmitteln der Relativzahlen hier zusammengestellt:

	Tage.	Flecken.	Rel. Zahl.
1892	18	5	73.0
1893	72	30	84.9
1894	50	21	78.0
1895	34	10	64.0
1896	11	7	41.8
1897	18	5	26.2

Die Reihe der Fleckensummen verläuft namentlich gegen 1897 hin etwas gleichmässiger als jene der Tagessummen. Da übrigens die Zahlen beider Reihen — als Jahressummen — eine wesentlich andere Bedeutung haben als die Jahresmittel der täglichen Relativzahlen, so ist klar, dass beide, aber die zweite wohl etwas weniger als die erste, durch ausgefallene Beobachtungsgelegenheiten stärker beeinflusst werden als die dritte. Wie zu erwarten, entsprechen die höchsten Zahlen der beiden ersten Reihen auch dem Maximum der dritten; indessen nimmt vom Maximum aus nach beiden Seiten die Zahl der von freiem Auge sichtbaren Flecken weit schneller ab, als die allgemeine Fleckenhäufigkeit, und bestätigt somit die bekannte Thatsache, dass, obschon ausnahmsweise auch in Zeiten geringer Sonnenthätigkeit einzelne grosse Flecken auftraten, diese doch in der starken Mehrzahl sich auf die unmittelbare Umgebung der Maxima konzentrieren.

Ich habe bei der Vergleichung der obigen Originaltabelle mit meinen Sonnenaufnahmen die Gelegenheit benutzt, um in den Fällen, wo die Angaben sich auf isolierte Hofflecke, nicht auf Gruppen bezogen, durch einfache Abmessung deren Grösse, und zwar den Durchmesser des Hofes zu bestimmen, mit welchem bekanntlich der Kerndurchmesser in einem ziemlich konstanten Verhältnis steht. Es hat sich hiebei ergeben, dass der Hofdurchmesser im Minimum ca. 45" betragen muss, damit der Fleck von freiem Auge sichtbar werde. Da meines Wissens nur wenige betreffende numerische Angaben hierüber bekannt sind, führe ich die Zahl hier an. Sie stimmt ungefähr mit dem überein, was Young in seinem Werke „The sun" bemerkt, dass nämlich ein scharfes Auge wahr-

scheinlich Flecken von etwa 24000 engl. M. Durchmesser werde wahrnehmen können; dieses würde einem scheinbaren Durchmesser von ungefähr 50" entsprechen.

761) Sonnenfleckenbeobachtungen von Herrn A. W. Quimby in Berwyn bei Philadelphia, Pennsylvania. Briefliche Mitteilung. Vgl. auch Astr. Journal Nr. 407 und 425. (Forts. zu 744.)

Die Beobachtungen sind an einem $4^1/_2$-zölligen Refraktor, in den wenigen mit * bezeichneten Fällen mit einem 2-zölligen Handfernrohr gemacht.

1897		1897		1897		1897		1897		1897	
I 1	3.8	II 25	3.14	IV 17	1.1	VI 1	2.10	VII 19	2.3	IX 4	3.41
– 3	3.10	– 26	4.19	– 18	2.7	– 2	2.7	– 20	1.1	– 5	3.72
– 4	3.23	– 27	5.19	– 19	2.10	– 3	2.6	– 21	2.7	– 6	3.57
– 5	4.48	– 28	5.15	– 20	2.6	– 4	2.3	– 22	2.16	– 7	3.33
– 6	4.50	III 1	4.6	– 21	2.6	– 5	2.3	– 23	2.18	– 8	3.26
– 7	4.88	– 2	5.33	– 22	1.1	– 6	1.1	– 24	2.24	– 9	3.98
– 8	2.82	– 3	4.20	– 23	1.1	– 9	0.0	– 25	2 26	– 10	3.47
– 9	2.134	– 4	4.12	– 24	2.2	– 10	0.0	– 28	2.10	– 11	3.32
– 10	2.106	– 7	2.3	– 25	2.2	– 11	0.0	– 29	3.17	– 13	1.2
– 11	2.86	– 8	5.10	– 26	0.0	– 12	1.6	– 30	3.12	– 14	3.7
– 12	2.69	– 9	5.7	– 27	1.1	– 13	1.16	– 31	4.9	– 15	1.2
– 13	2.27	– 10	4.6	– 28	3.6	– 14	1.14	VIII 1	2.6	– 16	1.1
– 16	3.10	– 11	3.3	– 29	3.11	– 15	1.2	– 2	2.6	– 17	2.2
– 18	3.15	– 12	3.9	– 30	2.6	– 16	1.1	– 3	2.5	– 18	3.11
– 19	6.23	– 13	2.4	V 1	2.7	– 17	0.0	– 4	2.5 *	– 19	4.13
– 20	3.27	– 14	1.3	– 2	4.26	– 18	0.0	– 5	4.16*	– 20	3.12
– 21	3.22	– 15	2.34	– 3	3.37	– 19	0.0	– 6	3.27*	– 21	4.20
– 22	3.23	– 16	2.26	– 4	4.32	– 20	1.1	– 7	3.23*	– 22	3.18
– 23	3.25	– 17	2.15	– 5	3.16	– 21	2.2	– 8	3.28*	– 24	2.20
– 25	3.7	– 21	1.1*	– 6	2.35	– 22	3.6	– 9	3.18*	– 25	2.32
– 26	3.3	– 22	1.1*	– 7	3.32	– 23	2.7	– 10	2.12*	– 26	3.22
– 27	1.1	– 23	1.1*	– 8	3.17	– 24	1.1	– 11	2.8 *	– 27	4.20
– 28	2.4	– 24	2.6	– 9	3.11	– 25	2.5	– 12	2.18*	– 28	4.10
– 29	4.8	– 25	2.15	– 10	3.5	– 26	2.4	– 13	2.23*	– 29	5.9
– 30	6.24	– 26	2.3	– 11	2.3	– 27	2.4	– 14	2.7	– 30	5.12
– 31	5.26	– 27	2.4	– 12	1.1	– 28	2.4	– 15	1.9	X 1	4.10
II 1	5.27	– 28	3.4	– 13	0.0	– 29	2.9	– 16	2.5	– 2	4.7
– 3	4.58	– 29	4.7	– 14	1.1	VII 1	2.11	– 17	1.1	– 3	3.5
– 4	4.57	– 30	4.8	– 15	1.2	– 2	2.15	– 18	1.1	– 4	5.7
– 5	4.44	– 31	4.5	– 16	0.0	– 3	3.12	– 19	1.1	– 5	5.7
– 7	4.19	IV 1	5.17	– 17	0.0	– 4	2.10	– 20	1.1	– 7	3.7
– 9	2.9	– 2	4.28	– 18	0.0	– 5	2.10	– 21	1.1	– 8	3.7
– 10	2.5	– 3	5.22	– 19	1.3	– 6	2.4	– 22	2.7	– 9	0.0
– 11	2.10	– 4	6.16	– 20	1.7	– 7	3.5	– 23	2.2	– 10	1.1
– 13	1.6	– 5	6.27	– 21	2.15	– 8	4.10	– 24	2.5	– 11	1.2
– 14	2.6	– 6	7.28	– 22	2.16	– 9	4.10	– 25	2.3	– 12	1.3
– 15	2.7	– 7	7.50	– 23	2.18	– 10	3.4	– 26	2.3	– 13	1.1
– 16	1.7	– 8	7.34	– 24	1.6	– 11	2.3	– 27	3.7	– 14	1.1*
– 17	1.6	– 10	6.30	– 25	4.21	– 12	2.8	– 28	1.2	– 15	2.4*
– 18	1.8	– 11	6.30	– 26	2.6	– 13	1.2	– 29	1.2	– 16	2.2*
– 19	1.1	– 12	4.29	– 27	3.6	– 14	3.12	– 30	1.4	– 17	2.7*
– 20	1.1	– 13	4.17	– 28	2.7	– 15	4.19	– 31	1.6	– 18	0.0*
– 21	1.1	– 14	4.11	– 29	2.8	– 16	2.8	IX 1	4.28	– 19	0.0*
– 23	2.5	– 15	2.2	– 30	2.17	– 17	1.2	– 2	4.21	– 20	2.2*
– 24	3.12	– 16	3.6	– 31	2.10	– 18	1.4	– 3	4.57	– 22	0.0*

1897		1897		1897		1897		1897		1897	
X 23	0.0*	XI 4	1.3	XI 16	1.1	XI 27	1.2	XII 10	3.34	XII 24	0.0
- 24	1.1*	- 5	1.7	- 17	1.3	- 28	1.2	- 11	3.30	- 25	0.0
- 25	0.0*	- 6	1.5	- 18	1.1	- 29	2.10	- 12	3.22	- 26	1 1
- 26	0.0	- 7	1.3	- 19	1.1	- 30	2.10	- 13	2.66	- 27	2.5
- 27	0.0	- 9	0.0	- 20	2.3	XII 1	2.12	- 15	3.20	- 28	1.9
- 28	0.0	- 10	0.0	- 21	2.3	- 2	2.5	- 16	4.47	- 29	2.3
- 29	0.0	- 11	0.0	- 22	0.0	- 5	3.28	- 17	3.10	- 30	3.4
- 30	0.0	- 12	2.5	- 23	0.0	- 6	4.12	- 18	3.10		
- 31	1.3	- 13	2.5	- 24	0.0	- 7	5.29	- 19	3.12		
XI 2	1.1	- 14	1.4	- 25	1.4	- 8	4.39	- 21	0.0		
- 3	1.2	- 15	0.0	- 26	1.2	- 9	3.51	- 23	1.1		

762) Sonnenfleckenbeobachtungen von Herrn Pfarrer Max Maier in Schaufling (Bayern). (Forts. zu 746.)

Instrument: Fernrohr von 7 *cm* Oeffnung und 60-facher Vergrösserung.

1897		1897		1897		1897		1897		1897	
I 3	4.13	III 7	2.3	IV 22	1.1	VI 27	1.2	VIII 17	1.1	X 14	0.0
- 5	5.40	- 11	3.5	- 29	1.2	- 29	2.6	- 18	1.1	- 15	0.0
- 6	5.34	- 12	2.4	V 4	5.25	- 30	2.10	- 19	1.1	- 16	1.7
- 7	4.51	- 13	2.5	- 20	1.5	VII 2	3.17	- 21	1.2	- 22	0.0
- 10	3.61	- 15	2.18	- 21	2.14	- 5	2.2	- 25	2.7	- 24	0.0
- 16	6.23	- 16	2.21	- 22	2.17	- 6	2.3	- 26	1.1	- 25	0.0
- 20	4.29	- 17	2.18	- 24	3.12	- 7	3.6	- 28	1.5	- 27	0.0
II 8	4.13	- 24	2.12	- 31	2.17	- 10	2.4	IX 1	3.15	XI 2	3.3
- 12	1.7	- 26	2.7	VI 2	2.5	- 12	4.9	- 2	4.17	- 11	0.0
- 13	2.8	- 27	2.2	- 3	2.3	- 13	4.8	- 5	3.44	- 23	0.0
- 16	2.8	- 30	3.6	- 4	2.7	- 14	4.15	- 7	4.38	XII 14	3.52
- 17	3.11	- 31	4.9	- 5	2.4	- 15	4.15	- 14	3.9	- 16	4.27
- 18	3.8	IV 3	4.17	- 11	0.0	VIII 4	1.13	- 15	1.1	- 17	4.29
- 19	1.4	- 6	8.24	- 12	2.5	- 5	2.25	- 24	3.28	- 21	1.3
- 20	1.1	- 7	9.35	- 14	2.14	- 6	3.23	- 25	3.31	- 27	1.1
- 25	3.16	- 9	9.46	- 15	2.14	- 8	3.30	- 27	5.20	- 28	2.4
- 27	4.11	- 10	8.44	- 18	0.0	- 11	3.19	- 29	6.10	- 29	3.9
- 28	6.21	- 12	8.31	- 25	2.7	- 12	3.15	- 30	4.16	- 30	4.7
III 2	5.41	- 17	1.1	- 26	1.2	- 13	2.15	X 1	4.10		

763) Sonnenfleckenbeobachtungen auf dem Haverford-College observatory in Pennsylvania. Briefliche Mitteilung von Herrn Direktor W. H. Collins. (Forts. zu 745.)

Die Beobachtungen sind von Herrn Prof. Collins am 8-zöll. Equatorial bei 60-facher Vergrösserung gemacht worden.

1897		1897		1897		1897		1897		1897	
I 6	4.53	I 25	3.20	II 7	4.33	II 24	3.14	III 21	1.1	III 31	4.8
- 7	3.64	- 26	2.7	- 9	2.11	- 26	5.21	- 24	2.12	IV 1	5.23
- 8	2.53	- 29	2.9	- 11	2.8	- 27	5.34	- 25	2.7	- 2	4.49
- 9	2.103	- 30	6.36	- 13	1.3	III 4	4.34	- 26	3.15	- 3	4.13
- 12	1.40	- 31	5.20	- 16	1.6	- 7	2.4	- 27	2.3	- 5	6.28
- 19	3.23	II 3	6.37	- 18	1.20	- 11	3.7	- 28	3.10	- 19	1.15
- 21	3.47	- 4	4.50	- 19	1.1	- 13	1.2	- 29	4.9	- 20	1.10
- 23	3.29	- 5	5.61	- 21	1.1	- 14	1.4	- 30	3.7	- 21	1.10

1897		1897		1897		1897		1897		1897	
IV 26	0.0	V 18	0.0	VI 12	1.26	VIII 27	2.6	IX 29	3.5	XI 4	1.1
- 28	2.11	- 19	1.3	- 14	1.14	- 28	1.8	- 30	4.16	- 13	1.4
- 29	2.11	- 20	1.12	- 18	0.0	- 29	1.2	X 3	2.2	- 16	0.0
- 30	2.18	- 22	1.20	- 19	0.0	- 31	2.15	- 4	4.7	- 24	0.0
V 6	2.32	- 25	2.15	- 21	1.1	IX 1	3.22	- 5	4.6	XII 2	2.21
- 7	2.32	- 26	2.11	- 22	1.1	- 5	3.75	- 7	3.5	- 4	3.32
- 8	2.21	- 27	2.13	- 26	1.3	- 7	3.53	- 8	1.1	- 26	1.4
- 9	2.16	- 29	2.13	- 27	1.4	- 10	3.43	- 13	0.0	- 27	1.1
- 10	2.10	- 30	2.16	- 30	2.16	- 11	2.41	- 14	1.3	- 28	1.4
- 14	0.0	- 31	2.14	VIII 18	1.1	- 16	1.3	- 15	0.0	- 30	4.14
- 15	0.0	VI 2	2.5	- 21	1.3	- 19	4.25	- 26	0.0		
- 16	0.0	- 4	2.6	- 25	1.1	- 25	3.37	XI 2	1.1		
- 17	0.0	- 6	0.0	- 26	1.3	- 27	5.28	- 3	1.2		

764) Beobachtungen der Sonnenflecken auf der Sternwarte in Jurjew (Dorpat). Briefliche Mitteilung von Herrn Prof. Lewitzky, Direktor der Sternwarte. (Forts. zu 747.)

Die Zählungen wurden durch Herrn Scharbe, Assistent der Sternwarte, (von VIII 3—22 durch Herrn J. Sykora, von VIII 26—31 durch Herrn K. Pokrowsky) mit einem Fernrohr von 8 *cm* Oeffnung im projicierten Sonnenbilde von ca. 20 *cm* Durchmesser gemacht.

1897		1897		1897		1897		1897		1897	
I 12	1.16	IV 16	2.4	V 17	0.0	VI 19	0.0	VIII 7	2.34	IX 17	2.2
- 27	1.1	- 22	0.0	- 18	0.0	- 23	2.7	- 8	2.37	- 18	4.16
- 28	2.7	- 23	0.0	- 19	1.2	- 24	2.3	- 10	2.28	- 20	4.13
II 1	6.31	- 24	0.0	- 23	2.14	- 26	2.4	- 15	1.16	- 23	4.33
- 5	5.35	- 25	1.1	- 25	3.6	- 29	2.8	- 16	2.7	- 26	3.19
- 6	4.25	- 26	1.1	- 27	4.6	VII 8	4.13	- 19	1.1	- 30	4.9
- 7	3.10	- 27	1.1	- 28	2.12	- 9	4.13	- 20	1.4	X 15	1.4
- 9	1.6	- 28	2.6	- 29	2.11	- 12	2.10	- 21	1.7	- 17	1.8
- 15	1.6	- 29	3.12	VI 1	2.10	- 13	3.8	- 22	2.16	- 23	1.1
- 18	1.6	- 30	2.10	- 3	2.4	- 15	4.16	- 23	2.7	- 26	0.0
III 10	4.12	V 2	3.22	- 4	2.6	- 19	2.5	- 26	1.1	XI 3	1.1
- 11	2.4	- 3	3.35	- 5	2.4	- 21	4.7	- 27	2.3	- 7	1.2
- 12	2 2	- 6	2.29	- 9	0.0	- 22	3.16	- 31	1.3	- 9	0.0
- 23	2.2	- 9	2.13	- 10	0.0	- 25	2.24	IX 3	4.38	- 15	0.0
- 24	2.7	- 10	2.6	- 11	0.0	- 26	2.21	- 7	3.34	XII 20	1.1
- 27	2.4	- 12	1.1	- 12	1.10	VIII 3	2.15	- 11	2.26	- 23	1.1
IV 13	4.15	- 14	0.0	- 15	1.10	- 4	1.22	- 12	3.24	- 24	1.1
- 14	3.8	- 15	0.0	- 16	1.1	- 5	2.25	- 15	2.2	- 25	0.0
- 15	2.4	- 16	0.0	- 17	0.0	- 6	2.27	- 16	1.1		

765) Beobachtungen der Sonnenflecken auf der Sternwarte des Collegio romano (Memorie della società degli spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del Prof. P. Tacchini). (Forts. zu 749.)

Von Herrn Prof. Tacchini werden die folgenden, teils von ihm selbst, teils von den Herren Vezzani und Palazzo ausgeführten Zählungen mitgeteilt. (Die nachstehend gegebenen Fleckenzahlen sind je die Summen der in den „Memorie“ getrennt aufgeführten „macchie“ und „fori“.)

1897		1897		1897		1897		1897		1897	
I 1	3.7	III 14	1.2	V 15	0.0	VII 9	4.14	IX 1	3.14	X 28	0.0
- 2	2.8	- 15	1.6	- 17	0.0	- 10	4.9	- 2	4.13	- 29	0.0
- 4	3.12	- 17	2.7	- 18	0.0	- 11	2.6	- 3	5.19	- 30	0.0
- 5	4.13	- 18	1.8	- 20	1.5	- 12	2.4	- 4	4.20	- 31	1.5
- 6	2.13	- 19	1.6	- 21	2.13	- 13	4.13	- 5	4.32	XI 1	0.0
- 8	2.13	- 20	1.1	- 23	1.4	- 14	3.8	- 6	5.25	- 5	1.3
- 9	2.25	- 21	0.0	- 24	1.5	- 15	4.9	- 7	7.38	- 6	1.4
- 10	2.49	- 22	1.1	- 25	3.6	- 16	2.4	- 8	8.35	- 7	1.3
- 12	1.11	- 24	2.5	- 26	2.7	- 17	1.5	- 9	8.37	- 8	1.2
- 13	2.21	- 25	2.8	- 27	2.7	- 18	1.6	- 10	6.33	- 9	0.0
- 14	3.13	- 26	2.4	- 28	2.6	- 19	2.6	- 11	7.23	- 10	0.0
- 16	4.17	- 27	2.3	- 29	2.7	- 20	2.3	- 12	6.15	- 11	0.0
- 18	3.9	- 28	3.6	- 30	2.10	- 21	3.7	- 13	5.10	- 15	0.0
- 19	5.17	- 29	3.8	- 31	2.6	- 22	2.8	- 15	1.1	- 16	0.0
- 20	4.13	- 31	3.6	VI 1	2.7	- 23	2.8	- 16	1.1	- 18	1.3
- 23	4.16	IV 1	5.16	- 2	2.4	- 24	2.8	- 17	1.2	- 20	0.0
- 25	3.5	- 2	5.23	- 3	2.3	- 25	2.8	- 18	4.14	- 21	1.4
- 26	2.3	- 3	4.19	- 5	2.3	- 26	2.10	- 19	6.10	- 22	0.0
- 27	1.3	- 5	4.10	- 6	1.1	- 27	2.9	- 20	5.17	- 23	0.0
- 28	3.9	- 6	6.18	- 7	0.0	- 28	2.10	- 22	6.37	- 24	0.0
- 29	2.6	- 7	7.17	- 8	0.0	- 29	2.7	- 23	5.28	- 25	0.0
- 30	5.10	- 8	6.19	- 9	0.0	- 30	3.12	- 24	6.29	- 26	1.4
- 31	5.20	- 10	7.28	- 10	0.0	- 31	3.8	- 25	3.27	- 27	1.3
II 1	5.23	- 11	6.18	- 11	0.0	VIII 1	2.5	- 26	4.15	- 28	1.5
- 4	4.21	- 12	6.22	- 12	1.4	- 2	1.2	- 27	5.21	- 29	1.6
- 6	4.20	- 13	6.15	- 13	1.7	- 3	2.5	- 28	5.12	- 30	1.8
- 8	3.9	- 14	4.7	- 14	1.5	- 4	1.7	- 29	4.7	XII 1	2.13
- 9	1.7	- 15	1.1	- 15	1.6	- 5	2.13	- 30	4.9	- 6	4.14
- 10	2.4	- 18	2.8	- 16	2.2	- 6	2.12	X 1	4.7	- 7	5.22
- 11	2.5	- 19	2.12	- 17	0.0	- 7	2.15	- 4	4.7	- 8	4.17
- 14	1.2	- 20	2.10	- 18	0.0	- 8	2.12	- 5	6.9	- 10	2.21
- 15	1.2	- 21	2.7	- 19	0.0	- 10	2.9	- 6	6.12	- 12	2.17
- 16	1.2	- 22	2.2	- 20	0.0	- 11	2.7	- 7	3.4	- 13	1.16
- 17	1.5	- 23	0.0	- 21	1.1	- 12	3.13	- 8	2.2	- 16	3.12
- 18	1.4	- 24	0.0	- 22	2.5	- 13	2.14	- 9	2.4	- 17	3.9
- 19	1.2	- 25	1.1	- 23	2.8	- 14	2.10	- 10	2.2	- 18	3.10
- 23	2.2	- 26	1.1	- 24	2.6	- 15	2.7	- 11	2.4	- 19	3.4
- 24	3.3	- 27	0.0	- 25	2.5	- 17	1.2	- 12	1.6	- 21	1.2
- 25	3.8	- 29	2.4	- 26	2.3	- 18	1.2	- 13	2.3	- 22	1.2
- 26	4.13	- 30	1.3	- 27	1.1	- 19	1.2	- 15	2.4	- 23	1.2
- 27	5.17	V 3	3.11	- 28	2.2	- 21	1.2	- 16	1.7	- 24	1.1
- 28	6.22	- 5	3.10	- 29	2.6	- 22	2.7	- 18	2.5	- 25	0.0
III 1	5.20	- 6	2.7	- 30	2.12	- 23	2.4	- 19	1.2	- 26	1.1
- 4	4.27	- 7	2.12	VII 1	2.10	- 24	2.7	- 20	2.7	- 27	1.3
- 5	7.22	- 8	2.9	- 2	2.12	- 25	2.6	- 21	2.5	- 28	1.5
- 6	5.13	- 9	2.11	- 3	3.15	- 26	1.2	- 22	1.5	- 29	2.5
- 7	3.6	- 10	2.3	- 4	2.8	- 27	1.1	- 23	1.1	- 30	3.7
- 8	4.8	- 11	1.2	- 5	2.5	- 28	1.4	- 24	1.2		
- 10	8.14	- 12	2.2	- 6	2.2	- 29	1.3	- 25	0.0		
- 11	4.5	- 13	0.0	- 7	4.7	- 30	1.3	- 26	0.0		
- 12	3.8	- 14	0.0	- 8	4.12	- 31	1.4	- 27	0.0		

766) Sonnenfleckenbeobachtungen auf dem astrophysikalischen Observatorium in Ogyalla. Aus „Beobachtungen, angestellt am

meteorologisch-magnetischen Centralobservatorium in Ogyalla", herausgegeben vom Direktor, Herrn Dr. N. v. Konkoly. (Forts. zu 750.)

1897		1897		1897		1897		1897		1897	
I 2	2.3	IV 9	4.10	VI 16	1.1	VIII 4	1.5	IX 12	1.6	X 31	1.2
- 3	3.6	- 10	4.10	- 17	0.0	- 5	2.4	- 15	1.1	XI 9	0.0
- 13	2.10	- 11	3.10	- 18	0.0	- 6	2.5	- 18	1.1	- 11	0.0
- 20	3.10	- 15	1.1	- 23	2.4	- 7	2.7	- 19	2.4	- 12	1.2
- 24	2.7	- 22	0.0	- 24	1.1	- 8	2.6	- 21	4.18	- 13	1.2
- 27	1.1	- 28	0.0	- 25	1.1	- 11	2.3	- 23	2.9	- 18	1.1
- 28	1.1	- 29	1.1	- 26	1.1	- 12	2.7	- 25	2.10	- 19	0.0
II 1	4.10	V 1	2.3	- 27	1.1	- 13	2.6	- 26	3.11	- 20	1.2
- 5	4.12	- 7	2.8	- 29	1.3	- 14	2.7	- 27	4.7	- 21	2.3
- 9	1.3	- 17	0.0	- 30	2.5	- 15	1.4	- 28	3.5	- 26	1.3
- 10	2.4	- 18	0.0	VII 1	2.4	- 16	2.2	- 30	3.5	- 28	0.0
- 13	1.3	- 20	1.3	- 3	2.5	- 17	1.1	X 1	3.5	- 30	1.4
- 15	1.1	- 21	2.10	- 7	3.3	- 18	1.1	- 2	1.2	XII 1	2.6
- 16	1.1	- 22	2.6	- 8	4.9	- 19	1.1	- 3	1.2	- 7	3.7
- 19	1.1	- 29	2.5	- 9	4.6	- 21	1.1	- 11	1.2	- 10	2.27
- 25	2.3	- 30	2.4	- 11	2.3	- 22	2.4	- 12	1.3	- 12	1.13
- 28	3.10	- 31	2.5	- 12	2.3	- 23	1.1	- 14	0.0	- 13	1.8
III 1	3.34	VI 1	2.4	- 15	3.4	- 29	0.0	- 15	1.1	- 14	2.10
- 5	3.7	- 4	2.3	- 17	1.1	- 30	1.1	- 16	1.2	- 16	3.7
- 12	1.1	- 5	1.1	- 18	1.3	- 31	1.3	- 18	0.0	- 21	1.1
- 15	1.5	- 6	1.1	- 19	2.3	IX 2	2.7	- 19	0.0	- 22	1.1
- 16	1.5	- 7	0.0	- 20	2.2	- 3	3.10	- 22	0.0	- 31	3.6
- 18	1.4	- 8	0.0	- 21	2.4	- 4	3.16	- 24	0.0		
- 19	1.4	- 13	1.3	- 22	2.7	- 5	3.11	- 25	0.0		
IV 6	3.7	- 14	1.4	- 26	2.7	- 8	3.11	- 26	0.0		
- 8	5.13	- 15	1.7	VIII 3	2.4	- 10	3.14	- 30	0.0		

767) Beobachtungen der Sonnenflecken auf der Sternwarte in Charkow im Jahre 1897. Briefliche Mitteilung von Herrn J. Sykora. (Forts. zu 751.)

Die Beobachtungen sind wie bisher durch Herrn J. Sykora am Refraktor von 16 *cm* Oeffnung mit 293-facher Vergrösserung im projicierten Sonnenbilde von 48 *cm* Durchmesser gemacht worden, an den mit * bezeichneten Tagen von einem Studierenden, Herrn B. Jastremsky.

1897		1897		1897		1897		1897		1897	
I 4	3.56	III 14	1.7	IV 17	1.4	V 3	3.65	VI 5	1.1	VII 17	2.40
- 9	2.115	- 15	3.37	- 19	2.61	- 4	4.95	- 7	0.0	- 18	1.41
- 12	3.68	- 16	2.54	- 21	2.22	- 7	2.94	- 8	0.0	- 19	2.15
- 19	5.56	- 18	1.18	- 22	0.0	- 8	3.82	- 9	0.0	- 20	2.3
- 20	3.48	- 31	4.29	- 23	0.0	- 11	1.4	VII 4	2.41	- 21	4.10
- 31	5.34	IV 5	5.45	- 27	0.0	- 14	0.0	- 6	3.38	IX 1	3.25
II 6	3.73	- 6	6.67	- 28	3.38	- 16	0.0	- 7	4.49	- 2	4.80
- 7	3.41	- 12	4.98	- 29	3.41	- 18	0.0	- 8	4.84	- 3	3.113
- 16	2.15	- 14	3.39	- 30	2.28	- 20	1.19	- 9	4.44	- 4	3.150
III 2	4.94	- 15	1.9	V 1	4.49	- 29	2.12	- 13	5.36	- 5	3.231
- 6	4.62	- 16	2.22	- 2	3.54	VI 1	2.7	- 14	4.57	- 6	3.142

1897		1897		1897		1897		1897		1897	
IX 7	3.101	IX 14	4.34	X 2	3.59	XI 7	1.4	XI 20	3.13*	XII 3	1.63*
- 9	3.241	- 19	7.37	- 14	1.9	- 9	1.2	- 26	1.8 *	- 16	3.38*
- 10	3.105	- 20	7.53	- 16	1.30	- 11	0.0	- 27	1.6	- 23	1.4
- 11	2.61	- 27	4.51	- 17	1.22	- 16	0.0	XII 6	4.23*	- 28	1.8 *
- 12	4.60	- 29	5.34	- 18	1.6	- 17	0.0*	- 8	5.34*	- 30	3.13*
- 13	4.29	X 1	4.13	- 19	1.8	- 18	1.1*	- 12	2.47*	- 31	3.24*

768) Sonnenfleckenbeobachtungen von Herrn N. Sykora in Charkow im Jahre 1897. Briefliche Mitteilung.

Die Beobachtungen sind mit einem Fernrohr von 67 *mm* Oeffnung und 68-facher Vergrösserung im projizierten Sonnenbilde von 17 *cm* Durchmesser ausgeführt worden. * bezeichnet Beobachtungen, die Herr J. Sykora noch selbst vor seiner Uebersiedelung von Charkow nach Jurjew (Dorpat) mit demselben Instrumente gemacht hat.

1897		1897		1897		1897		1897		1897	
VI 7	0.0	VII 10	2.3	VII 30	2.3	VIII 26	1.1	IX 19	5.19	X 19	0.0*
- 8	0.0	- 12	2.4	- 31	2.2	- 28	2.5	- 20	3.25	- 25	0.0*
- 9	0.0	- 13	2.4	VIII 2	2.3	- 29	2.5	- 22	3.32*	XI 6	1.4
- 26	1.5	- 14	3.9	- 5	2.21	- 30	1.3	- 23	3.31*	- 7	1.6
- 27	1.12	- 15	4.9	- 6	2.20	- 31	1.3	- 24	3.40	- 11	0.0*
- 28	2.11	- 16	1.5	- 8	2.19	IX 1	3.11	- 26	4.36*	- 16	0.0*
- 29	2.12	- 17	1.6	- 9	2.22	- 2	4.15	- 27	4.21	- 17	0.0*
- 30	2.15	- 18	1.6	- 10	2.18	- 3	3.49	- 29	3.6	- 26	1.6
VII 1	2.10	- 20	2.2	- 11	2.17	- 4	3.68	- 30	4.8*	- 27	0.0*
- 2	2.15	- 21	2.5	- 13	2.13	- 5	3.71	X 1	3.8	XII 8	5.31
- 3	1.11	- 22	2.15	- 14	2.15	- 6	3.68	- 2	3.4	- 12	1.32
- 4	2.12	- 23	2.17	- 15	1.6	- 7	3.101	- 10	1.4*	- 23	1.1*
- 5	2.4	- 24	2.20	- 17	1.1	- 9	3.67	- 14	1.1	- 24	2.5*
- 6	2.6	- 26	2.12	- 18	1.1	- 10	3.45	- 15	1.1	- 28	1.8*
- 7	4.10	- 27	2.14	- 19	1.1	- 11	2.21	- 16	1.6	- 30	2.6*
- 8	4.10	- 28	2.12	- 24	2.6	- 12	4.31	- 17	0.0		
- 9	4.9	- 29	3.9	- 25	2.2	- 13	4.11	- 18	0.0		

769) Beobachtungen der Sonnenflecken auf der Sternwarte in Catania. Briefliche Mitteilung von Herrn Prof. A. Riccò, Direktor der Sternwarte. (Forts. zu 752.)

Die Beobachtungen sind wie bisher durch Herrn A. Mascari am Refraktor von 33 *cm* Oeffnung im projicierten Sonnenbilde von 57 *cm* Durchmesser ausgeführt worden.

1897		1897		1897		1897		1897		1897	
I 1	5.30	I 10	3.63	I 21	4.58	II 2	7.43?	II 11	2.11	II 24	3.10
- 2	4.14	- 12	3.77	- 22	3.47	- 3	6.65	- 12	2.9	- 25	3.25
- 3	4.20	- 13	3.53	- 23	3.48	- 4	4.39	- 14	2.6	- 26	4.37
- 4	3.42	- 14	3.47	- 25	3.16	- 5	5.48	- 15	2.9	- 27	5.30
- 5	5.47	- 16	5.38	- 26	3.4	- 6	4.39	- 16	2.12	- 28	5.30
- 6	6.81	- 17	5.28	- 27	1.2	- 7	4.39	- 17	1.15	III 1	5.30
- 7	4.64	- 18	5.33	- 28	4.17	- 8	3.42	- 18	1.14	- 2	5.43
- 8	3.121	- 19	5.38	- 29	4.15	- 9	2.12	- 19	1.7	- 3	5.30
- 9	3.131	- 20	2.17	II 1	6.34	- 10	2.4	- 23	2.6	- 5	5.22

1897		1897		1897		1897		1897		1897	
III 6	5.22	IV 24	0.0	VI 12	1.4?	VII 24	2.22	IX 5	3.42	X 28	0.0
– 7	4.13	– 25	0.0	– 13	1.12	– 25	2.11	– 6	3.75	– 30	0.0
– 8	4.11	– 26	1.1	– 14	1.9	– 26	2.18	– 7	3.38	– 31	1.5
– 9	5.25	– 27	0.0	– 15	2.20	– 27	2.20	– 8	3.51	XI 1	1.3
– 10	6.15	– 28	2.7	– 16	1.3	– 28	2.29	– 11	2.25	– 2	2.8
– 11	2.3?	– 29	3.14	– 17	0.0	– 29	3.21	– 12	4.36	– 3	1.2
– 12	3.8	– 30	3.11	– 18	0.0	– 30	3.14	– 13	4.19	– 5	1.1
– 13	4.12	V 1	4.18	– 19	0.0	– 31	4.13	– 14	3.10	– 7	1.2
– 14	1.1?	– 2	3.18	– 20	1.1	VIII 1	3.6	– 15	2.2	– 8	1.1
– 15	2.21	– 4	4.28	– 21	2.2	– 2	2.4	– 18	4.19	– 9	1.2
– 17	3.26	– 6	2.24	– 22	3.4	– 3	2.10	– 19	3.14	– 10	0.0
– 18	2.16	– 7	2.25	– 23	2.9	– 4	1.19	– 20	4.21	– 13	2.7
– 19	1.8	– 8	2.24	– 24	2.5	– 5	2.22	– 21	5.36	– 15	0.0
– 20	1.4	– 10	2.3	– 25	2.4	– 6	2.33	– 22	5.26	– 16	0.0
– 21	0.0	– 11	2.2?	– 26	2.4	– 7	2.39	– 23	5.37	– 17	1.4
– 22	1.1	– 14	0.0	– 27	2.4	– 8	3.44	– 24	5.33	– 19	0.0
– 23	2.9	– 15	0.0	– 28	2.3	– 9	3.30	– 25	3.34	– 21	2.6
– 24	2.19	– 16	0.0	– 29	2.12	– 10	3.20	– 26	4.33	– 24	0.0
– 25	2.16	– 17	0.0	– 30	2.12	– 11	3.21	– 27	5.29	– 25	1.4
– 26	3.12	– 18	0.0	VII 1	2.13	– 12	4.22	– 28	5.16	– 26	1.6
– 27	3.7	– 20	1.8	– 2	2.24	– 13	2.31	– 29	7.10	– 28	1.2
– 28	3.5	– 21	2.19	– 3	2.28	– 14	3.31	– 30	4.13	– 29	3.12
– 29	3.9	– 22	2.14	– 4	2.11	– 15	2.16	X 1	4.9	– 30	3.22
– 30	3.5	– 23	2.12	– 5	2.2	– 16	2.5	– 4	4.6	XII 2	3.29
IV 1	5.12	– 24	1.3	– 6	2.3	– 17	2.3	– 5	5.14	– 6	6.31
– 2	6.39	– 25	3.9	– 7	4.8	– 18	1.1	– 7	3.4	– 7	6.36
– 4	5.16	– 26	2.4	– 8	4.18	– 19	1.1	– 8	3.3	– 8	5.60
– 5	6.25	– 27	4.5	– 9	4.10	– 20	1.4	– 9	2.6	– 9	4.61
– 6	7.24	– 29	2.15	– 10	4.7	– 21	1.4	– 11	1.5	– 10	3.38
– 7	8.35	– 30	2.12	– 11	3.9	– 22	2.12	– 12	1.10	– 11	2.33
– 8	8.38	– 31	3.18	– 12	2.12	– 23	2.7	– 13	2.6	– 12	2.43
– 9	9.39	VI 1	2 14	– 13	4.16	– 24	2.8	– 14	1.1	– 13	1.96
– 10	8.34	– 2	2.2	– 14	4.17	– 25	2.7	– 15	2.9	– 14	2.92
– 12	6.21?	– 3	2.4	– 15	5.24	– 26	2.5	– 18	1.6	– 18	2.44
– 13	6.27	– 4	2.6	– 16	4.18	– 27	3.8	– 19	1.4	– 19	2.12
– 14	3.14	– 5	2.8	– 17	1.6	– 28	1.3	– 20	2.7	– 20	1.1
– 18	2.10	– 6	2.2	– 18	2 14	– 29	1.3	– 21	2.10	– 27	2.5
– 19	1.8	– 7	1.1	– 19	2.8	– 30	1.7	– 22	1.5	– 28	2.7
– 20	2.16	– 8	0.0	– 20	3.4	– 31	2.13	– 24	1.2		
– 21	2.9	– 9	0.0	– 21	4.10	IX 1	3.19	– 25	0.0		
– 22	1.2	– 10	0.0	– 22	3.12	– 3	3.29	– 26	0.0		
– 23	0.0	– 11	0.0	– 23	2.12	– 4	4.49	– 27	0.0		

770) Beobachtungen von Sonnenflecken auf dem Boston University observatory von L. o. Tillson und T. J. H. Mansfield. (Astron. Journal Nr. 399.)

1896		1896		1896/97		1897		1897		1897	
XII 1	3.7	XII 14	2.10	XII 31	4.7	I 15	5.14	I 29	4.10	II 19	1.—
– 3	3.8	– 17	2.14	I 2	3.6	– 18	3.24	– 30	5.15	– 23	2.5
– 4	4.23	– 19	4.17	– 7	3.27	– 19	2.4	II 1	5.35	– 24	3.9
– 5	4.31	– 22	3.18	– 8	3.37	– 20	3.11	– 9	2.6	– 26	5.13
– 8	4.16	– 24	1.4	– 9	3.37	– 22	3.29	– 10	2.6	– 27	5.13
– 10	4.17	– 28	3.17	– 13	4.25	– 25	2.6	– 18	1.14		

771) Sonnenfleckenbeobachtungen auf dem Leander Mc.Cormick observatory, Charlottesville, virginia. Von H. R. Morgan. (Astron. Journal Nr. 409.)

Instrument: 4-zöll. Equatorial.

1896		1896		1896/97		1897		1897		1897	
VIII 22	3.18	X 3	1.2	XII 3	3.23	I 29	2.6	IV 3	5.17	V 17	0.0
- 25	1.5	- 6	1.1	- 5	4.16	- 30	5.16	- 5	6.26	- 18	0.0
- 26	2.8	- 8	1.2	- 7	5.20	II 3	4.44	- 7	5.20	- 19	1.2
- 27	2.9	- 9	1.5	- 8	5.25	- 4	4.27	- 9	5.18	- 20	1.5
- 28	1.9	- 15	1.10	- 9	4.20	- 8	1.7	- 12	2.6	- 22	2.11
- 29	1.14	- 16	2.13	- 10	3.17	- 9	2.7	- 14	2.6	- 24	2.6
- 31	2.9	- 19	4.24	- 11	3.14	- 12	1.1	- 15	1.1	- 26	2.2
IX 1	3.6	- 20	4.38	- 14	2.10	- 13	1.3	- 16	1.6	- 27	2.4
- 3	2.6	- 21	4.25	- 17	4.14	- 16	1.7	- 17	1.2	- 28	2.6
- 4	3.7	- 22	4.21	- 23	2.19	- 17	1.8	- 19	2.15	- 29	1.4
- 6	1.3	- 23	5.9	- 24	3.13	- 19	1.1	- 20	2.8	- 31	2.11
- 7	3.10	- 25	3.4	- 26	4.35	- 23	3.7	- 21	1.5	VI 1	2.7
- 8	3.24	- 27	3.6	- 28	3.28	- 24	2.6	- 22	0.0	- 2	2.3
- 9	4.25	- 28	2.10	- 30	3.34	- 26	5.25	- 23	0.0	- 3	2.3
- 10	4.30	- 29	1.7	- 31	4.14	III 1	5.19	- 24	0.0	- 4	2 3
- 11	5.36	- 31	2.11	I 1	3.11	- 3	4.29	- 26	0.0	- 9	1.—
- 12	4.38	XI 2	1.1	- 5	4.20	- 4	4.15	- 27	1.2	- 12	1.6
- 13	4.36	- 3	1.4	- 6	4.47	- 10	5.7	- 28	1.3	- 14	1.12
- 15	1.33	- 6	1.4	- 8	3.55	- 12	2.5	- 29	2.7	- 15	1.2
- 17	2.67	- 7	2.12	- 9	3.49	- 13	2.4	V 3	2.22	- 19	0.0
- 18	3.69	- 9	3.21	- 11	1.35	- 16	3.17	- 4	2.31	- 21	1.1
- 19	3.58	- 10	3.12	- 18	3.17	- 20	1.1	- 5	3.22	- 22	1.1
- 22	4.16	- 13	4.22	- 19	6.21	- 25	2.4	- 6	2.24	- 24	1.1
- 23	4.21	- 16	1.4	- 22	3.17	- 26	2.5	- 7	2.21	- 25	2.2
- 24	2.18	- 17	1.2	- 23	3.18	- 29	3.9	- 8	2.9	- 30	2.8
- 25	2.15	- 19	3.13	- 26	3.4	IV 1	5.14	- 14	0.0		
- 30	2.3	- 24	1.4	- 28	2.7	- 2	3.4	- 15	0.0		

772) Sonnenfleckenbeobachtungen auf dem Leander Mc.Cormick observatory Charlottesville, Virginia. Von J. Adair Lyon. (Astron. Journal Nr. 430.)

Instrument: 4-zöll. Equatorial.

1897		1897		1897		1897		1897		1897	
IX 14	2.3	IX 24	2.10	X 13	1.1	XI 3	2.2	XII 10	2.26	XII 25	0.0
- 15	1.1	- 25	2.19	- 14	1.1	- 6	1.3	- 11	2.23	- 26	1.1
- 16	2.3	- 27	3.7	- 15	1.3	- 18	1.1	- 15	2.15	- 27	2.3
- 17	2.2	- 28	3.5	- 16	2.9	- 19	0.0	- 17	2.9	- 28	1.4
- 18	3.7	X 8	1.1	- 18	0.0	- 29	1.9	- 18	2.9	- 30	3.4
- 20	4.14	- 9	0.0	- 30	0.0	- 30	1.8	- 23	1.1	- 31	2.2
- 21	4.7	- 12	1.1	XI 2	2.3	XII 1	2.13	- 24	1.1		

773) Beobachtungen der magnetischen Deklinations-Variation in Mailand. Briefliche Mitteilung von Herrn Prof. Schiaparelli. (Forts. zu 753.)

Nach den Beobachtungen des Herrn Dr. Rajna ergeben sich für 1897 folgende Monatsmittel der täglichen Variation (2^h—20^h mittl. Ortszeit), denen sodann noch der Zuwachs gegen 1896 beigefügt ist.

1897	Variation 2^h-20^h	Zuwachs gegen 1896
Januar	2'.72	—0'.52
Februar	4.19	—0.53
März	7.79	—1.51
April	9.83	—1.71
Mai	8.95	—0.72
Juni	8.72	—0.93
Juli	8.79	—0.31
August	9.13	+0.50
September	7.39	—0.84
Oktober	5.78	—0.39
November	2.66	—0.15
Dezember	1.75	—0.07
Jahr:	6.48	—0.60

774) Beobachtungen der magnetischen Deklination und ihrer täglichen Variation in Christiania. Briefliche Mitteilung von Herrn Prof. Geelmuyden. (Forts. zu 754.)

Herr Prof. Geelmuyden teilt für 1897 folgende Mittelwerte der westlichen Deklination, sodann deren Variation als Differenz zwischen den Beobachtungen um 2^h und 21^h, und den Zuwachs der letzteren gegen 1896 mit.

1897	Westl. Dekl.	Variation 2^h-21^h	Zuwachs gegen 1896
Januar	11° 50.'4	2.'14	—0.'54
Februar	49.9	4.52	—0.95
März	50.8	8.00	—0.83
April	50.1	9.52	—0.71
Mai	49.3	8.00	—0.93
Juni	48.6	7.40	—0.56
Juli	49.1	8.59	—0.25
August	50.2	8.16	—0.29
September	51.8	6.35	—1.86
Oktober	50.7	4.67	+0.06
November	50.1	2.02	—0.86
Dezember	48.4	2.27	+0.16
Jahr:	11 49.95	5.97	—0.63

Zur Ergänzung der entsprechenden Angaben für die Jahre 1893—96, welche nur die Variationen, nicht die absoluten Deklinationen enthielten, füge ich hier, nach gef. Mitteilung von Hrn. Prof. Geelmuyden, die letzteren noch bei, zugleich bemerkend, dass die mittlere Deklination aus den Beobachtungen um 21^h und 2^h nach der Formel abgeleitet wird

$$d = \frac{d_{21} + d_2}{2} + k$$

wo k eine konstante, aber für jeden Monat besondere Korrektion bezeichnet, durch welche das Mittel der beiden Beobachtungen auf das wahre Tagesmittel reduziert

wird. Dieser Formel entspricht in den frühern Angaben der absoluten Deklinationen das System I. Vgl. hiefür Mitteil. 26. Litterat. Nr. 253 und Mitteil. 30. Litterat. Nr. 281.

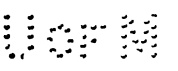
	1893	**1894**	**1895**	**1896**
Januar	12° 15.′5	12° 7.′6	11° 58.′6	11° 51.′4
Februar	15.6	7.0	56.7	53.6
März	15.9	6.7	56.5	55.5
April	14.7	6.2	57.5	58.2
Mai	14.0	3.2	55.8	54.6
Juni	11.4	11.3	58.2	53.8
Juli	6.7	10.7	60.2	53.5
August	8.5	1.5	61.0	53.4
September	9.8	0.0	60.2	54.2
Oktober	10.8	0.1	56.9	52.6
November	8.4	0.4	53.2	51.6
Dezember	8.6	11 57.3	52.0	50.1
	12 11.6	12 4.3	11 57.2	11 53.5

775) Beobachtungen der täglichen Variation der Deklination und der Horizontalintensität im Jahre 1897 in Prag. Abgeleitet aus 19^h, 2^h und 9^h. Nach brieflicher Mitteilung des Herrn Prof. Weinek, Direktor der Sternwarte. (Forts. zu 755.)

1897	Variation		Zuwachs gegen 1896
	Deklin.	Hor. Intens. Einheiten d. 4. Dez.	
Januar	4.′31	9	—1.′73
Februar	4.54	7	—1.61
März	7.14	10	—0.76
April	9.33	18	—1.79
Mai	9.16	14	—0.94
Juni	9.47	17	—0.47
Juli	9.70	17	—1.02
August	9.39	18	—0.19
September	7.66	9	—0.87
Oktober	4.76	6	—1.43
November	3.86	7	—0.76
Dezember	2.85	12	+0.23
Jahr:	6.85	12	—0.95

776) Beobachtungen der magnetischen Deklinations-Variation in Wien. Aus dem Anzeiger der k. k. Akademie ausgezogen. (Forts. zu 756.)

Die Monatsmittel der auf der hohen Warte bei Wien täglich um 7^h, 2^h und 9^h beobachteten Deklinationen ergeben folgende Variationen als Differenzen zwischen dem für 2^h erhaltenen und dem kleinern der beiden übrigen Werte.



1897	Variation	Zuwachs gegen 1896
Januar	4'.87	—1'.00
Februar	4.23	—0.81
März	6.59	—1.12
April	8.59	—1.65
Mai	9.70	—0.79
Juni	8.88	—0.94
Juli	9.70	—0.67
August	8.94	—1.07
September	7.48	—1.24
Oktober	4.92	—1.04
November	3.61	—0.72
Dezember	2.68	—2.89
Jahr:	6.68	—1.16

Laurentius Oken,
der erste Rektor der Zürcher Hochschule.

Von

Arnold Lang.

Rektoratsrede, gehalten in der Aula bei der 65jährigen Stiftungsfeier der Zürcher Universität den 29. April 1898.

Hochgeehrte Festversammlung!

Heute vor 65 Jahren wurde unsere Hochschule feierlich inauguriert. Es war ein Fest, wie Zürich vorher selten es gesehen. Unter Kanonendonner und Glockenschall, zwischen aufgestellten Truppenspalieren schritt der Zug, so berichtet der Historiograph unserer Universität[1]), vom Rathaus in die Grossmünsterkirche, wo der amtliche Akt stattfand. Es sprach der Bürgermeister Hirzel als Vertreter des Erziehungsrates. Der Amtsbürgermeister Hess übergab, im Namen des Regierungsrates, die Stiftungsurkunde der Hochschule.

Der sie für die Universität in Empfang nahm, war ein kleiner, hagerer Mann in gerader Haltung, mit auffallend südlicher Gesichtsfarbe, scharf zugeschnittenen Zügen, glatt rasiertem Gesicht, kohlschwarzem, lockigem Haar und dunkeln, blitzenden Augen[2]): ein Mann im vorgerückten Mannesalter: Laurentius Oken, der erste Rektor unserer Universität.

Auf der Höhe eines Weltrufes schon lange angelangt, nach mehr als drei Dezennien rastloser Arbeit und wechselvoller Lebensschicksale hatte er von München aus einem Rufe an unsere neu gegründete Hochschule Folge geleistet und war er unter den vier ersten Dekanen Keller, Schönlein, Oken und Hirzel von der Regierung zum Rektor gewählt worden. Er sprach mit Feuer von

---

[1]) Dr. Georg von Wyss, Die Hochschule Zürich in den Jahren 1833 bis 1883. Festschrift zur fünfzigsten Jahresfeier ihrer Stiftung. Zürich 1883.

[2]) Siehe Alexander Ecker, Lorenz Oken, eine biographische Skizze Stuttgart 1880. Vergl. auch: Arnold Lang, Lorenz Oken, in der allg. deutschen Biographie.

der Kulturentwicklung der Menschheit und von der Freiheit der Wissenschaft und ihrer Lehre.

18 Jahre später, am 11. August 1851, begleiteten Schüler und Kollegen den Leichnam Oken's, dessen Lebenslicht langsam erloschen war, zum Begräbnis auf die hohe Promenade.

„Einst", so berichtete die „N. Z.-Z.", „einer der gefeiertesten Namen der Wissenschaft, hat er, wie Keiner, den Umschwung der geistigen Richtung auch in der Gelehrtenrepublik erfahren. Abends, in stiller Nacht, bei sternenhellem Himmel, betrat die akademische Jugend den neuen Kirchhof mit einem Fackelzug, der das Grab des dahingeschiedenen Gelehrten wie eine grosse Feuerkrone umglänzte. Zwei Lieder wurden gesungen und, während man ein Lebewohl dem Kollegen von Seite des Rektors erwartete[1]), ein Scheidewort von Hrn. Kramer gesprochen, worauf die stummen, aber weithin schimmernden Lichter wieder Paar und Paar in die Stadt zurückzogen."

Und die „Allgemeine Augsburger Zeitung" liess sich folgendes berichten:

„Vorgestern ist Oken in Zürich beerdigt worden. Das Geleite, das der Erziehungsrat und die Universitätsbürger seinem Sarge gaben und ein Trauergesang der Studenten waren die einzigen äusseren Merkmale, dass ein Heros der Wissenschaft zu Grabe getragen werde. Keiner seiner Kollegen fand sich veranlasst, der Verdienste des Verstorbenen und seines Ruhmes zu gedenken; kein Schüler fand sich, Zeugnis abzugeben für die Lehre des Meisters."

Erst drei Monate später, am 1. November wurde das Versäumte wieder einigermassen gut gemacht, indem Prof. Ludwig, damals Lehrer der Anatomie und Physiologie an unserer Hochschule, in der akademischen Aula eine Gedächtnisrede auf Oken hielt.

Aber schon vorher, am 1. September war ein Aufruf erschienen, unterzeichnet von den Professoren Kieser und Huschke zu Jena und Theile zu Bern, in welchem es hiess, dass sie gedenken, „ein öffentliches Standbild ihres Freundes und Lehrers in

[1]) Wie mir Herr Prof. Dr. Emil Egli mitteilt, war es damals in Zürich nicht Usus, dass bei Begräbnissen solche Reden gehalten wurden. Sie wurden auf eine besondere Gelegenheit verschoben.

Jena, an dem Orte, wo er vorzüglich gewirkt, zu errichten, dass sie deshalb alle Freunde, Schüler und Verehrer des grossen Mannes in und ausserhalb Deutschlands auffordern, durch Subskription zu den Kosten dieses nationalen Denkmales eines Mannes beizutragen, der im Leben wie in der Wissenschaft unermüdlich thätig, einen Funken der Begeisterung für das Höchste des Lebens zu erwecken verstand, welcher nachhaltig auf Jahrhunderte wirken möge, und der, ein Märtyrer seiner Zeit, im dankbarem Auslande die philosophische Ruhe des Alters suchen musste, die ihm das Vaterland versagte".

Das Denkmal, von Drake ausgeführt, steht schon lange am Fürstengraben zu Jena. Auch die Stadt Offenburg hat Oken ein Denkmal gesetzt und ein Denkstein auf dem Pfannenstiel bezeichnet das Lieblingsziel der Wanderungen, die er von Zürich aus unternahm.

Und heute ist Oken so gut wie vergessen und von den Jüngern weiss selten einer, was und wer er war!

Darum erscheint es mir geradezu als meine Pflicht, als mittelbarer Nachfolger Okens, sowohl, wenigstens zum Teil, im Lehrfach als jetzt im Rektorat bei der heute sich bietenden Gelegenheit Okens Bedeutung in wenigen Zügen zu skizzieren.

Dem Bilde mag zuvor ein einfacher Rahmen bereitet werden.

Oken hiess von Haus aus nicht Oken, sondern Okenfuss. Die Familie soll aus Wipkingen, der früheren Aussengemeinde von Zürich, stammen, die ihm später das Ehrenbürgerrecht erteilte. Den Vornamen Laurentius verdankt er dem Schutzheiligen des Dorfes Bohlsbach bei Offenburg im Badischen, wo er 1779, als Sohn eines Bauren, geboren wurde. Nachdem er zuerst in seinem Dorfe, dann im Franziskaner Gymnasium zu Offenburg und in der Stiftsschule der Stadt Baden unterrichtet worden, bezog er im Herbst 1800 als Studierender der Medizin die Universität Freiburg i./Br. Schon 1802 publizierte er, unter dem Schriftstellernamen Oken, den er dann später auch sonst beibehielt. 1804 promovierte er in Freiburg als Doktor der Medizin. Im Winter-Semester 1804 bis 1805 war er in Würzburg immatrikuliert. Im Sommer 1805 habilitierte er sich in Göttingen; den Winter 1806/1807 brachte er auf der ostfriesischen Insel Wangerooge zu. Immer in kümmerlichen Verhältnissen und in bedrängter Lage, sah er sich schon

vor die Notwendigkeit gestellt, der akademischen Laufbahn zu entsagen, als er im Juli 1807 als ausserordentlicher Professor der Medizin nach Jena berufen wurde, 1812 wurde er in Jena zudem noch Honorarprofessor der Naturgeschichte. Die Univerisät Giessen beehrte ihn 1816 mit dem Titel eines Doktors der Philosophie Honoris Causa. Im Jahre 1819 sah er sich indes aus politischen Gründen genötigt, seine Aemter an der Universität Jena niederzulegen. Er machte dann Studienreisen nach München und Paris, hielt im Winter 1821/22 an der Universität Basel Vorlesungen, siedelte aber dann wieder nach Jena über, wo er bis 1827 ohne akademische Anstellung, schriftstellerisch thätig, lebte. Ende 1827 erhielt er die ordentliche Professur für Physiologie in München. Aber schon 1832, im Oktober, glaubte er sich abermals genötigt, die Stelle aufzugeben. Im Januar 1833 sodann wurde er als Professor der Naturwissenschaften an unsere neugegründete Universität berufen, an der er nun bis zu seinem Tode verblieb.

Oken war seiner ganzen Beanlagung nach ein Mann, dem die Beschränkung auf ein bestimmtes Wissensgebiet, die nüchterne und kritische Verfolgung bestimmter Probleme, nimmer zusagen konnte. Nie ist seine Wissbegierde, die sich auf alles und jegliches erstreckte, befriedigt worden. Die Zahl der Gebiete, auf denen er litterarisch thätig war, ist erstaunlich gross. Seine früheste Neigung galt der Mathematik und der Kriegswissenschaft. Fürs Leben gern hätte er sich dem Soldatenstande gewidmet. Bis an sein Lebensende galt ihm die Wehrkunst als das höchste. Noch die letzte Auflage seiner Naturphilosophie 1843 schliesst mit der Lobpreisung der Kriegskunst, von der er immer gesagt hatte, dass sich in dem, der sie zu üben verstehe, alle Talente vereinigen. „Wie in der Dichtkunst sich alle Künste vermählt haben, so in der Kriegskunst alle Wissenschaften und alle Künste. Die Kriegskunst ist die höchste, erhabenste Kunst; die Kunst der Freyheit und des Rechts, des seeligen Zustandes des Menschen und der Menschheit — das Prinzip des Friedens.“ Oken hat sogar im Jahre 1814 eine Schrift vorwiegend militärischen Inhaltes herausgegeben, betitelt: Neue Bewaffnung, neues Frankreich, neues Deutschland. Ecker, der sorgfältigste Biograph Oken's, hat darüber das Urteil eines sachverständigen Offiziers eingeholt und dieser hat ihm offen erklärt, dass in der Schrift allerdings viele baroke Vorschläge enthalten

seien. Oken habe aber daneben in manchen Dingen den Nagel so auf den Kopf getroffen, dass man darüber nur staunen könne. Für besonders bemerkenswert hält es der Offizier, dass Oken schon vorgeschlagen habe, gezogene Gewehre einzuführen und bei Belagerungen Luftballons zu verwenden.

Auch die Gebiete der Geschichte und Archäologie hat Oken nicht unberührt gelassen. 1825 beschäftigte er sich ausführlich mit der Römerstrasse längs der Donau von Windisch nach Regensburg und kam darauf 1832 wieder zurück.

In der letzten Zeit seines Lebens bemühte er sich, die wahre Bedeutung der römischen Streitäxte festzustellen, von denen eben wieder mehrere Exemplare in Windisch und Braunenberg ausgegraben worden waren. Er hielt dieselben nicht für Waffen, sondern für Genickfänger oder Schlachtmeissel zum Töten des Viehes. Er liess mit nachgebildeten Streitäxten in Metzgereien Versuche anstellen; die Resultate waren derart, dass er fand, die neue Schlachtart sei die beste, die am raschesten töte und zugleich das Verbluten herbeiführe, so dass die Tiere nicht noch besonders abgestochen zu werden brauchten. Am 9. Dezember 1848 trat der 70-jährige Oken mit der neuen Schlachtart hier in Zürich öffentlich auf, auf dem Platze neben den Fleischbänken. Er lud dazu Dr. Ferdinand Keller und Dr. Heinrich Meyer, den Archäologen ein, welche auch beiwohnten. Die Demonstration gelang; das Kalb war augenblicklich tot: dessen ungeachtet sagten die umstehenden Metzger, mindestens zwei Dutzend an der Zahl, dass sie bei ihrer alten Manier zu schlachten bleiben wollten. Oken aber glaubte, seine Ansicht bewiesen zu haben, dass die Streitäxte Genickfänger und zugleich das „Scalprum" des Livius sind.

Oken war in den alten und in den neuen Sprachen sehr bewandert. Er schrieb sehr gut französisch. Die genaue Kenntnis des Lateinischen und Griechischen einerseits, der Tierkunde anderseits ermöglichte es ihm, 1845 eine sehr gelehrte und ausführliche Abhandlung über Ausonius' Fische in der Mosel zu schreiben.

Oken hat sich von früher Jugend an für Politik begeistert und den Gang der öffentlichen Ereignisse stets aufmerksam verfolgt. Die aktive Beteiligung an der Politik, an den öffentlichen Diskussionen, hat wahrlich bei seinen Charaktereigenschaften nicht dazu beigetragen, ihm den Lebensweg zu ebnen. Denn — Ecker hat

ihn trefflich charakterisiert — er war eine offene, aller Verstellung abholde und gegen jede Willkür sich aufbäumende Natur von unbeugsamem Willen und eiserner Festigkeit, von einer bis zur Derbheit sich steigernden Geradheit und Offenheit, dabei voll Menschenliebe, Treue, Anhänglichkeit und Dankbarkeit.

Die traurigen Zustände in Deutschland zu Anfang des Jahrhunderts, der Druck der Fremdherrschaft gingen ihm tief zu Herzen. Der Ausgang der Schlacht bei Leipzig erweckte dann auch in ihm die kühnsten Hoffnungen auf ein grosses, einiges und in den Institutionen freies Deutschland unter Oesterreichs Kaiser. Diese Ideale suchte er durch Wort und Schrift zu fördern; solchen idealen Bestrebungen öffnete er auch weit die Spalten seiner grossen encyclopädischen Zeitschrift, der Isis, die er 1817 in Jena herauszugeben begann.

Als aber aus allen Teilen der deutschen Lande Klagen in die Isis gelangten, viele scharfe Kritiken von öffentlichen Zuständen und von Regierungsakten, von Verfassungen u. s. w. laut wurden, und Oken in seiner unerschrockenen Weise im Vordertreffen stand, die Pressfreiheit energisch verteidigte, da sammelten sich schwarze Wolken über der Isis, die von Anfang an mit Missgunst zu kämpfen hatte und der auch Gœthe in keiner Weise geneigt war. Am 18. und 19. Oktober 1817 kam das bekannte Burschenfest auf der Wartburg. Oken nahm mit zwei andern Professoren an dem Feste teil, an dem 500 deutsche Studenten in jugendlicher, edler Begeisterung die Befreiung Deutschlands von fremder Unterdrückung feierten und sich gelobten, zu jeder Zeit für Deutschlands Grösse, Einheit und Unabhängigkeit einzustehen. Oken berichtete in der Isis ausführlich über das Fest, das von eifrigen und mächtigen Partikularisten, besonders aber auf die Denunziation des Berliner Polizeidirektors Kamptz hin, rasch zu einer Verschwörung aufgebauscht wurde. Infolge von Warnungen und Reklamationen auswärtiger Regierungen und obschon der Grossherzog selbst die Veranstaltung des Festes erleichtert und unterstützt hatte, kam es zu einer Konfiskation der betreffenden Nummer der Isis, und schliesslich brach, nach Verhör, Verurteilung und Freisprechung Okens, das Gewitter doch los. Im Mai 1819 von der Regierung vor die Alternative gestellt, entweder die Isis aufzugeben oder seine Professur niederzulegen, entschied sich Oken

ohne Bedenken für das letztere. Die Isis wurde aber trotzdem verboten und erschien von nun an in Leipzig.

Als Oken später, nach einer 8jährigen, für ihn überaus schmerzlichen Unterbrechung seiner akademischen Lehrthätigkeit, voll der schönsten Hoffnungen, in München das Lehramt der Physiologie übernahm, ahnte er nicht, dass auch hier seines Bleibens nicht lange sein würde. Allerlei Misshelligkeiten mit der Regierung, die zu erbitterten Zeitungsfehden führten — Oken wollte sich einfache Versetzungen an andere bayrische Universitäten nicht gefallen lassen und hielt sie mit dem Ansehen eines akademischen Professors für unvereinbar; er vermochte mit seinen Ansichten über den Wert des Unterrichtes der Naturgeschichte in den Schulen, über die Benutzung der Sammlungen u. s. w. nicht durchzudringen — allerlei solche Misshelligkeiten führten schliesslich dazu, dass Oken 1832 auch in München seine Entlassung einreichen musste.

Von dieser Zeit an, also während seines Wirkens in Zürich, zog sich Oken von den öffentlichen Dingen zurück. Aber im Stillen verfolgte er sie doch, besonders die grossen politischen Ereignisse. Dass es immer stiller um ihn wurde, dass sie ihn im Reiche draussen immer mehr vergassen, sowohl als Politiker wie als Gelehrten, erfüllte sein Gemüt mit zunehmender Verbitterung. Selbst die deutsche Einheits- und Freiheitsbewegung von 1848 vermochte ihn nicht mehr zu erfreuen und zu erwärmen[1]).

Bemerkenswert ist, dass der Prinz Louis Napoleon, als er in der Schweiz auf Arenenberg weilte, oft mit Oken verkehrte. Es kam öfter zu sehr erregten politischen Diskussionen zwischen den beiden. Harte Vorwürfe musste sich Napoleon besonders wegen des Strassburger Putsches gefallen lassen. Im Nachlasse Okens fand sich ein Brief Napoleons vom 20. August 1837, die Antwort auf jene Vorwürfe. Darin heisst es: „Ich muss Ihnen aber sagen, dass ich auf Frankreich eine Art galvanische Probe habe machen wollen, um zu sehen, ob der grosse Körper wirklich tot war. Mein Versuch — obgleich durch einen unglücklichen Zufall misslungen — zeigte mir klar und deutlich, dass das Leben noch nicht entschwunden war und dass es nur eines elektrischen Funkens bedürfe, um wieder seine vorige Kraft und seinen Glanz anzunehmen."

[1]) Allgemeine Zeitung, 1851.

Doch wenden wir uns nun in Kürze dem Naturphilosophen Oken zu. Schon der 23jährige Freiburger Student der Medizin philosophierte, vielleicht schon von dem kongenialen Schelling, mit dem er sich später befreundete, angeregt. Er schrieb schon 1802 eine „Uebersicht des Grundrisses des Systems der Naturphilosophie und der damit entstehenden Theorie der Sinne." Es folgten dann rasch mehrere weitere naturphilosophische Schriften. 1809—1811 erschien sein dreibändiges Lehrbuch der Naturphilosophie, das zuletzt in dritter Auflage in einem Bande in Zürich 1843 veröffentlicht wurde. Liest man die erste kleine Schrift Okens, so hat man schon den ganzen Geist, dessen Kind Oken war und — ich darf wohl sagen — unverbesserlich blieb. Die Naturphilosophie Okens wurde von der zünftigen Philosophie nie ernst genommen, obschon sie eine Zeit lang viele enthusiastische Anhänger fand. Von vielen wurde sie aber auch mit Spott und Hohn überschüttet. Uns modernen Naturforschern, auch denen, die gerne spekulieren und philosophieren — und es fehlt nicht an solchen — geht jegliches Verständnis für dieses Konstruieren ab, das buchstäblich aus Nichts Alles ableitet. Wir sehen uns in eine ganz fremde Welt versetzt, wenn wir Okens philosophische Schriften lesen, wir glauben zu träumen. Für Oken ist in der That das Nichts das Oberste, das Absolute. Es existiert Nichts als das Nichts. Während es nun jedem Sterblichen scheinen will, „dass Nichts in alle Ewigkeit Nichts bleibt", leitet Oken mit einer unheimlichen Leichtigkeit für uns völlig rätselhafte Operationen, wie Selbstponieren, Setzen, Verlangen Alles ab.

Es hat für uns keinen Zweck und wir haben keine Zeit, Oken bei diesen Operationen weiter zu begleiten; doch will ich auf dem mir zunächst liegenden Gebiete Okens Denkweise durch einige zum Teil berühmt gewordene Beispiele illustrieren. Ich wähle Oken als Begründer der Wirbeltheorie des Schädels, Oken als Vorläufer Darwins und Oken als Begründer der Zellentheorie.

Eine Lieblingsidee Okens ist der überall vorhandene und bis ins Kleinste gehende Parallelismus in der Natur, in Verbindung mit der Herrschaft von bestimmten Zahlengesetzen, die in letzter Linie wieder von den Sinnen abhängen. Die Natur wird für Oken fast zu einem Museum, in welchem die Naturobjekte nach einer Idee und einem bestimmten Zahlensystem gruppiert sind, die sich

dann in jedem Zimmer, in jedem Schrank, in jeder Schublade und in jeder Schachtel wiederholen. Die Schachtel 5 des Schrankes 6 entspricht der Schachtel 5 des Schrankes 7, oder dem Schranke 5 des Zimmer 9, nur ist die enthaltene Ware etwa von geringerer Qualität. Die Tiere muss man nach den Sinnen einteilen, danach erhält man Abteilungen, die ebensosehr Stufen der Vollkommenheit darstellen wie die Sinne selbst; so bekommt man 1. Gefühlstiere (alle niederen Tiere), 2. Zungentiere (es sind die Fische), 3. Nasentiere (es sind die Amphibien), 4. Ohrtiere (es sind die Vögel), 5. Augentiere (es sind die Säugetiere). Innerhalb jeder Abteilung wiederholt sich dieselbe Ordnung, es giebt z. B. innerhalb der Säugetiere wieder Gruppen, die der höheren Stufenfolge parallel gehen, Formen, die wieder mehr Gefühls- oder Zungen- oder Nasentiere oder Ohrtiere oder Augentiere sind. Der Parallelismus erstreckt sich bis in die Ordnungen, Familien und Gattungen. Er erstreckt sich aber auch auf die andern Naturreiche, auf die Pflanzen und die Minerialien. Es giebt Pflanzenklassen, die — eben auf der niederen Stufe der Pflanzenwelt — den Gefühlstieren, solche, die den Ohrtieren u. s. w. entsprechen. Es giebt Klassen von Mineralien, die auf dieser niedersten Stufe der leblosen Natur jenen tierischen Hauptklassen parallel gehen und auch hier geht der Parallelismus bis in alle Unterabteilungen. Derselbe Parallelismus findet sich mit Bezug auf geistige Eigenschaften, Charakter und Temperament. Er wiederholt sich in den Organen und in den Teilen der Organe. Auf diesem Parallelismus der Pflanzen mit den tierischen Organen und den Tierklassen beruht die materia medica, indem die entsprechenden Pflanzen oder ihre Stoffe specifisch darauf wirken werden, so die Pilze auf den Dotter, die Moose oder Tange auf das Eiweiss, die Farren auf die Embryonalhüllen u. s. w.

Wir sind nun vorbereitet, zu verstehen, wie Oken zu seiner Wirbeltheorie des Schädels kam. Lassen wir ihn selbst sprechen, wir erhalten so zugleich eine Stilprobe.

„Im Jahre 1802 schrieb ich ein Büchlein über die Bedeutung der Sinne. Ich hatte es glaublich früher ausgedacht als geschrieben. Darin zeigte ich, dass die Sinne wiederholte niedere Organe seyen. Obschon es von da nicht weit war zu dem Schluss „„die Schädelknochen werden also auch Wiederholungen

der Rumpfknochen sein"", so kam ich doch nicht dazu." Nur Das wurde mir bald klar, dass die Kiefer wieder Arme und Füsse im Kopfe sind, wie die Zähne den Nägeln entsprechen. Im August 1806 machte ich eine Reise über den Harz. Auf der Rückreise vom Ilsenstein rutschte ich an „der Südseite durch den Wald herunter — und siehe da, es lag der schönste gebleichte Schädel einer Hirschkuh vor meinen Füssen" (bei der die Basalknochen des Schädels nicht verschmolzen sind). „Aufgehoben, umgekehrt, angesehen und es war geschehen. Es ist eine Wirbelsäule! fuhr es mir wie ein Blitz durch Mark und Bein — und seit dieser Zeit ist der Schädel eine Wirbelsäule."

Bei dieser Gelegenheit noch eine kleine Stilprobe aus einem ganz anderen Gebiet — der Geschichte der Naturwissenschaft. Wir lesen: „Die Römer haben sich bloss mit dem Totschlagen der Menschen, nicht mit der Natur, beschäftigt."

Doch zurück zu Okens Wirbeltheorie, die bei ihm auch mit dem Gesetz der Fünfzahl verquickt ist.

Nach Oken besteht die Wirbelsäule aus 7 Sätzen zu fünf Wirbeln. Auch der Kopf ist eine Wirbelsäule; er besteht aus 4 Wirbeln, weil er 4 Sinnesorgane enthält oder nichts anderes als diese Sinnesorgane ist. Diese 4 Wirbel sind 1. Nasenwirbel (alle Nasenbeine), 2. Augenwirbel (erstes Keilbein und Stirnbeine), 3. Zungenwirbel (zweites Keilbein und Scheitelbeine), 4. Ohrwirbel (Hinterhauptbeine). Daran schliesst sich die übrige Wirbelsäule als 5. oder Hautwirbel an.

Bekanntlich ist eine ähnliche Wirbeltheorie des Schädels — sie wurde anfangs mit Hohn aufgenommen — auch von Goethe aufgestellt worden, der sich auch sehr für die Beinphilosophie interessierte. Nur fehlen bei Goethe die wunderlichen Zuthaten. Leider knüpft sich an die Theorie ein unerquicklicher Prioritätsstreit. Uebereifrige Bewunderer Goethes — der sich Oken gegenüber nicht wohlwollend benommen hat — haben sogar Oken des Plagiats beschuldigt. Es ist nun durchaus sicher, dass beide völlig selbständig und unabhängig von einander zu ihrer Theorie gekommen sind. Goethe früher als Oken, doch hat sie Oken früher veröffentlicht.

Die Wirbeltheorie hat ungemein anregend auf spätere Untersuchungen gewirkt und muss Oken und Goethe zum Verdienste angerechnet werden, wenn sie auch heute nicht mehr haltbar ist.

Man hat Oken zu den Vorläufern Darwins gerechnet. Ganz mit Unrecht. Er betont zwar überall die ununterbrochene Stufenfolge in der Natur; aber er hält die Arten für konstant. Man kann, so sagt er, sagen, der Mensch sei nur ein höher ausgebildeter Affe und dennoch wird niemand es so nehmen, als wenn er vorher ein ausgewachsener Affe gewesen wäre und sich dann erst durch günstige Umstände in einen Menschen verwandelt hätte. Was einmal zu einer besonderen Pflanzen- und Tiergattung sich verbunden hat, ändert sich nicht mehr in eine andere um, sofern sich die Stoffe nicht wieder auflösen und nach anderen Verwandtschaften und Richtungen sich verbinden.

Oken betrachtet das ganze Tierreich als den auseinandergelegten tierischen Leib, dessen Organe bald mehr, bald weniger vollständig ein eigenes Leben führen und für sich herumschwimmen oder herumkriechen, herumlaufen, herumfliegen u. s. w., so dass das eine Tier z. B. nichts anderes wäre als ein Darm, wie die Polypen, ein anderes noch die Leber hinzubrächte, wie die Muscheln, ein anderes noch die Speicheldrüsen, wie die Schnecken, ein anderes gegliederte Füsse, wie die Krebse, ein anderes Knochen wie die Fische u. s. w. Auf der höchsten Stufe der Vervollkommnung und Kompliziertheit steht der Mensch, und das Tierreich ist für Oken deshalb der auseinandergelegte Mensch.

Bei der Entstehung des Menschen mussten die Bedingungen, unter denen sich überhaupt Organismen bilden, in der vollkommensten Weise vorhanden sein; fehlten wichtige Elemente, so entstanden tiefer stehende Tiere oder sogar nur Pflanzen. Die Bildung eines jeglichen Organismus ist deshalb nach Oken gewissermassen die beginnende Bildung des Menschen, die je nach den Verhältnissen weiter oder weniger weit gedieh. Die niederste Stufe der Tiere sind freie Bläschen, die Infusorien. Wenn sich solche unter günstigen Bedingungen vereinigen, so entstehen schon höhere Tiere.

Es ist Oken denn auch vielfach als Begründer der Zellenlehre genannt worden, welche die Grundlage der gesamten modernen Biologie ist. 1843 nimmt er ausdrücklich die Urheberschaft dieser Lehre für sich in Anspruch. „Meine Lehre, dass

alle organischen Wesen aus Bläschen oder Zellen entstehen und bestehen, habe ich zuerst aufgestellt in meinem Buch von der Zeugung 1805. „Diese Lehre," sagt er, „ist nun allgemein anerkannt, und ich brauche daher zu ihrer Verteidigung nichts beizufügen." Eine genaue Prüfung der Oken'schen Schriften ergiebt allerdings, dass in ihnen die Rudimente der Zellentheorie vielfach angetroffen werden, bald deutlicher, bald verschwommener. Es lässt sich nicht bestreiten, dass Oken die Idee der Individualität der Zellen, Bläschen oder Infusorien, aus denen sich die Organismen zusammensetzen, ausgesprochen und dass er behauptet hat, die Tiere und Pflanzen seien nur Aggregate, gewissermassen Kolonien solcher Zellen. Dies ist in der That der Grundgedanke der Zellenlehre. Freilich beruht das Hauptargument seiner Bläschentheorie auf einem grossen Irrtum. Pflanzen und Tiere zerfallen nach ihm bei der Fäulnis im Wasser in Infusorien, in Bläschen. Wenn nun alles Organische in Infusorien zerfällt, so lässt sich der Satz umkehren und es müssen alle höheren Tiere aus diesen, als ihren Bestandteilen bestehen.

Nun weiss man schon lang, dass die faulenden Tiere in Wirklichkeit nicht in Infusorien zerfallen. Die Infusorien, die in ungeheurer Zahl an verwesenden Tierleichen auftreten, entstehen nicht aus diesen, sondern entwickeln sich aus Infusorien, die im eingekapselten Zustande lebensfähig als Bestandteile des Staubes verweht werden und nun in die denkbar günstigsten Existenz- und Ernährungsverhältnisse gelangen. Es sind nämlich diese Infusorien Bakterienfresser und zwar solche, die sich fast ausschliesslich von Mikroben ernähren. Ihnen fallen Myriaden von Fäulnisbakterien zum Opfer.

Im ganzen kann man sagen, dass Okens Naturphilosophie wohl mehr Schaden angerichtet als Nutzen gestiftet hat. Sie dürfte wohl mit die Ursache gewesen sein, dass in der Biologie für längere Zeit eine trockene, fast rein deskriptive Richtung zur Herrschaft kam, die sich ängstlich hütete, grössere allgemeinere Gesichtspunkte aufzusuchen, die selbst vor einem vernünftigen, kritischen Philosophieren zurückschreckte. Das beste, was man von Okens Naturphilosophie sagen kann, ist, dass sie entschieden Keime der

vergleichenden und embryologischen Methode enthielt, die seitdem in der Hand kritischer Forscher, sorgfältiger Beobachter und scharfer Denker so schöne Triumphe gefeiert hat.

Ueber Oken als Naturforscher lässt sich nicht viel sagen. Er hat nur sehr wenige eigene Untersuchungen angestellt, und nur in jungen Jahren, fast ausschliesslich während der Göttinger Zeit. Von grösserer Bedeutung ist nur die Untersuchung über die Embryonalhüllen der Säugetiere. Die Beobachtungen sind grösstenteils richtig und wichtig und wurden von Carl Ernst von Bär hochgeschätzt, ihre Deutung vielfach falsch, willkürlich und phantastisch. Immerhin gehört ihm das Verdienst, nachgewiesen zu haben, dass das Nabelbläschen der Säugetiere dem Dottersacke der Vögel entspricht. Später hat der Naturphilosoph den Naturforscher vollständig zurückgedrängt.

Die grossen Verdienste, die sich Oken erworben hat und die nicht hoch genug zu schätzen sind, liegen auf andern Gebieten.

Er war bis in ein hohes Alter hinein ein enthusiastischer Lehrer, der seine Schüler zu begeistern wusste. Der verdienstvolle Anatome Huschke sagte von ihm: „So bizarr oft sein Styl, so gewandt und fliessend war sein lebendiger Vortrag, so dass der Schüler gern auf die Worte des gefeierten Meisters schwören mochte. Alle Breite vermeidend, war er stets anregend, indem er nicht nur zu merken, sondern auch zu denken gab." Er nahm es sehr ernst mit seinem Beruf. Dem jugendlichen Ecker, der später ein hochangesehener Anatom wurde, erteilte er die Lehre: „Aber das sage ich Dir, und wenn Du schon 30 Jahre Professor bist, dass Du mir nie unvorbereitet in eine Vorlesung gehst." Ich habe selbst noch manche Zöglinge unserer Zürcher Hochschule aus Okens Zeit, wenigstens der früheren, in beredter Weise von seiner Lehrthätigkeit sprechen hören, von der Begeisterung für die Naturwissenschaften, die er bei allen zu erwecken wusste.

Ein unschätzbares Verdienst erwarb sich Oken ferner durch die Herausgabe der „Isis", einer encyclopädischen Zeitschrift, die zuerst 1816 in Jena erschien. Der Schwierigkeiten, mit denen die Isis — hauptsächlich wegen ihres politischen Inhaltes — anfangs zu kämpfen hatte, habe ich schon Erwähnung gethan. Das Programm war ein sehr weitherziges: „In diesem Hafen kann landen und lösen, wer nur immer mag und wer etwas hat. Weder

bezahlt jemand etwas, noch erhält jemand etwas. Alles ist frei.“ „Nur Theologie und Jurisprudenz werden kaum eine Stelle finden, weil sie sich zu sehr vom Menschlichen zurückgezogen haben. Von eleganten Unterhaltungen, Theaterstreichen, von Ueberschwemmungen, Feuersbrünsten, Beinbrüchen, Diebstählen und dergleichen merkwürdigen Dingen wird bei uns nicht gesprochen.“ Oken hat in bewunderungswürdiger Weise alles gethan, um sein Programm durchzuführen, und wie sehr er dabei in der uneigennützigsten Weise zu Werke ging, zeigt die Thatsache, dass er in der „Isis“ Preisfragen stellte, deren Kosten er aus dem Ertrage der Zeitschrift selbst bestritt. Die „Isis“ war in der That Jahre lang ein Centralorgan für viele Zweige der Naturwissenschaften und der Medizin, wie es seither keine Zeitschrift mehr gewesen ist. Als solches übte sie einen grossen Einfluss auf die Entwicklung der Naturwissenschaften, hauptsächlich auch dadurch, dass entlegenere Untersuchungen zugänglich gemacht wurden, sei es durch ausführliche Referate sei es durch Wiederabdruck, dass ein grosser Teil der zerstreuten deutschen Forschungen sich in ihr ansammelte und von der keimenden und wachsenden deutschen Wissenschaft das beredteste, unmittelbarste, wirksamste Zeugnis ablegte. Was das sagen will, das mag man daraus ersehen, dass selbst ein so ausgezeichneter Forscher wie Treviranus für sein berühmtes, von der Pariser Akademie 1812 preisgekröntes Werk über die Röhrenholothurie etc. in ganz Deutschland keinen Verleger fand und es schliesslich auf Subskription herausgeben musste.

Die „Isis“ hörte erst 1848, drei Jahre vor Okens Tode, zu erscheinen auf, nachdem sie schon seit dem Jahre 1823 keine politischen Aufsätze mehr gebracht hatte.

Der grossen Bedeutung der „Isis“ für die Kreise der Gelehrten und Forscher entsprach die Bedeutung von Okens damals allbekannten Lehrbüchern der Naturgeschichte. Namentlich die in Zürich entstandene grosse allgemeine Naturgeschichte für alle Stände, in 13 Bänden mit Atlas, fand in den weitesten Kreisen, der Gebildeten Zugang und verbreitete naturwissenschaftliche Kenntnisse und damit auch Lust und Freude an den Naturwissenschaften in breiten Schichten. Man muss nur staunen über das ungeheure Wissen, das die Herausgabe solcher umfassender Werke zur Voraussetzung hatte. Es ist ihm in dieser Beziehung

kaum mehr ein Gelehrter gleich gekommen. Heutzutage freilich wäre es ganz undenkbar, dass ein einziger Gelehrter, auch wenn er sich gar nicht auf eigene Erfahrung stützen würde, — wie das doch bei Oken der Fall war — jenes grosse Wissensgebiet auch nur annähernd so ausführlich behandelte. — Oken hat es vollständig und gleichmässig beherrscht.

Aber hätte auch Oken gar nicht die erwähnten grossen Verdienste, die ihm unstreitig gebühren, eine einzige That konnte es vollauf rechtfertigen, dass ihm Denkmäler gesetzt wurden: die Gründung der grossen Vereinigung deutscher Naturforscher und Aerzte und die Einführung ihrer jährlichen Wanderversammlungen. Schon seit Jahren hatte Oken und mit ihm auch einige andere Forscher mit Neid auf die seit 1815 bestehenden Jahresversammlungen unserer Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft geblickt, über die er regelmässig referierte. Energisch forderte er in der „Isis" und anderswo die Deutschen im Norden und im Süden auf, das schöne Beispiel der Schweizer nachzuahmen. Von vielen Seiten wurden Bedenken geäussert. Darauf schrieb Oken in der „Isis" ärgerlich, als Antwort auf eine solche Zuschrift: „In diesem Aufsatze siehst Du geschildert den Deutschen vorn und den Deutschen hinten, den Deutschen oben und den Deutschen unten. Bedenklichkeiten macht der Beutel, Bedenklichkeiten die Reise, Bedenklichkeiten die Gesichter, Bedenklichkeiten die Quartiere, Bedenklichkeiten das Wissen, Bedenklichkeiten der Saal, Bedenklichkeiten der Nutzen, endlich Bedenklichkeiten gar die Regierungen! Zuletzt werden zum Troste Partitivversammlungen vorgeschlagen! Will der Deutsche sich zur Barbarei verdammen, nun, so sei er Barbar und bleib er Barbar in alle Ewigkeit! Der Freund der Wissenschaft muss sich dann an kultivierte Völker halten, welche ihre Privatrücksichten und Originaleitelkeiten aufzuopfern wissen, um vereint die Wissenschaften vorwärts zu bringen."

„Es bleibt demnach dabey, sobald sich etwa zwei Dutzend gemeldet haben, werden sie in der „Isis" abgedruckt."

Und es blieb dabei!

Im Jahre 1823 fand die erste Versammlung in Leipzig statt, nachdem vorher noch das Malheur passiert war, dass ein Jahr vorher mehrere Forscher aus verschiedenen Teilen Deutschlands infolge eines Missverständnisses vergeblich nach Leipzig gereist

waren. Die Organisation wurde nach dem Muster der Schweizerischen eingerichtet, die ja auf die Versammlungen fast aller civilisierten Länder übergegangen ist. (Oken hatte sie bei Gelegenheit einer Versammlung schweizerischer Naturforscher in Bern mit eigenen Augen geprüft.) Es waren damals in Leipzig etwa zwei Dutzend anwesend. Sie hätten gewiss nie sich träumen lassen, dass die Versammlungen einen so riesigen Aufschwung nehmen würden, dass jährlich Tausende nicht nur aus allen Gauen Deutschlands, sondern auch aus dem Auslande, besonders Oesterreich und der Schweiz, zusammenströmen würden. Doch ist die Bedeutung der Wanderversammlungen jetzt wohl nicht mehr ganz so gross wie früher.

Das Reisen ist jetzt leicht, bequem und billig, das Gefühl der Zusammengehörigkeit bei allen deutschen Forschern entwickelt, die wissenschaftlichen Errungenschaften werden rasch und leicht der ganzen Welt zugänglich gemacht. Aber früher war das alles anders. Wie wertvoll war es, dass die deutschen Gelehrten persönlich mit einander bekannt wurden! Sie regten sich gegenseitig an. Diese direkte Bekanntschaft und Anregung stärkte den Patriotismus in der Wissenschaft und dadurch in nicht geringem Masse den deutschen Patriotismus überhaupt. Der Anteil der Versammlungen deutscher Naturforscher und Aerzte an der mächtigen Entwicklung nicht nur der deutschen Wissenschaft, sondern auch des deutschen Einheitsgedankens muss sehr hoch angeschlagen werden.

Hochgeehrte Anwesende!

Wir haben heute die Reste Okens aus dem Friedhofe St. Jakob (der jetzt geräumt wird), wo sie von der hohen Promenade aus beim Tode seiner Tochter in deren Grab bestattet worden waren, in den Centralfriedhof übergeführt, wo sie nun hoffentlich zu dauernder Ruhe kommen. Wir danken es den Behörden, dass sie diesen Akt schuldiger Pietät ermöglichten. Die Universität und die philosophische Fakultät haben das Andenken des ersten Rektors, des hochverdienten Lehrers und Gelehrten, des unerschrockenen Kämpfers für alles, was er für gut und wahr hielt, geehrt, indem sie Kränze auf sein neues Grab niederlegten.

Ueber die Vielgestaltigkeit der Fichte.

(*Picea excelsa* Link.)

Von

C. Schröter.

(Aus dem botanischen Museum des eidgenössischen Polytechnikums.)

Man wird kaum geneigt sein, die Fichte für einen variabeln Baum zu erklären, wenn man an die ausgedehnten Waldungen der Ebenen, der Berge und Voralpen denkt, wo ein Baum dem andern aufs Haar gleicht. Aber schon eine aufmerksame Betrachtung der Zapfen eines Bestandes ändert unser Urteil: die Schuppen zeigen oft beträchtliche Abweichungen in ihrer Form. Nähern wir uns der Baumgrenze, so wird auch die Gestalt des Baumes eine mannigfaltige; teils sind es Reaktionsformen auf klimatische Einflüsse, teils aber auch angeborene Differenzen. Ebenso mannigfaltig ist das Bild an den äussersten Vorposten im hohen Norden; hier, und ebenso, ja noch stärker beim Vordringen nach Osten, Russland und Sibirien, ändert sich auch der Zapfenbau in gesetzmässiger Weise. Und wenn wir erst die zahllosen Formen betrachten, die der Gärtner aus abweichenden Sämlingen oder Zweigen erzogen hat, und wenn wir auf die vereinzelt auch im Freien mitten unter normalen auftretenden abnormen Individuen achten, so kommen wir schliesslich zur Ueberzeugung, dass die Fichte der allervariabelste unserer Waldbäume sei.

Dem ist in der That so; es existiert eine reiche Litteratur über die Formen der Fichte; der Leser findet am Ende dieses Aufsatzes eine Zusammenstellung dieser Arbeiten. Bei Citaten wird im Folgenden immer die Jahreszahl der citierten Arbeit des genannten Autors angegeben. (80 bedeutet dabei 1880 etc.)

In Willkomm 87 und in Hempel u. Wilhelm 89 finden die Fichtenformen vorzugsweise vom forstbotanischen Standpunkt aus eine eingehende Behandlung; das treffliche Werk von Beissner 91

enthält die vollständigste Darstellung aller gärtnerisch kultivierten Formen; Ascherson und Graebner 97 geben eine knappe, aber umfassende Darstellung der mitteleuropäischen spontanen Abänderungen der Fichte.

Ich hatte mir zunächst die Aufgabe gestellt, in Ergänzung dieser Arbeiten die in der Schweiz beobachteten wilden Fichtenformen zu behandeln. Es zeigte sich aber bald, dass eine darüber hinausgehende, möglichst vollständige systematische Zusammenstellung sämtlicher bis jetzt bekannter spontaner[1]) Abarten, Spielarten und Wuchsformen der Fichte, die bis jetzt fehlt, eine lohnende Aufgabe sein dürfte. Die mannigfaltigen Abänderungen dieses unseres wichtigsten Waldbaumes zeigen einerseits zahlreiche, für allgemein phylogenetische Fragen wichtige Erscheinungen, anderseits bieten sie ein hohes forstliches Interesse. Hier sind freilich noch viele Fragen zu lösen! Es erhebt diese Arbeit keineswegs den Anspruch, eine Monographie der Fichte zu sein; sie ist vielmehr eine Vorarbeit zu einer solchen und bezweckt namentlich auch, die Förster zu erneuten Untersuchungen über manchen dunkeln Punkt anzuregen, der nur durch das Zusammenarbeiten Vieler seine Erledigung finden kann. Am Schlusse findet sich eine Zusammenstellung dieser Desiderata.

Die folgende Darstellung stützt sich, abgesehen von der Litteratur, auf die Sammlungen der eidgenössischen Forstschule und des botanischen Museums des schweizerischen Polytechnikums. In ersteren lieferte besonders die Coazsche Sammlung ein wertvolles Material, ausgezeichnet durch sorgfältige ausführliche Etiquettierung. Im letzteren sind u. a. die Materialien von O. Heer, Brügger, Jäggi, Rikli und dem Verfasser enthalten. Mitteilungen oder Sammlungsmaterialien liessen mir auch in verdankenswertester Weise zukommen die HH. Badoux, Assistent a. d. schweiz. Centralanstalt für forstl. Versuchswesen, Friedrich Graf Berg auf Schloss Sagnitz bei Dorpat, Prof. Bieler, Champ de l'air, Lausanne, Blomqvist, Direktor d. finnländ. Forstinstituts in Evo, Prof. Bourgeois, eidg. Forstschule, Kreisförster Brunner in Kaltbrunn, Dr. Cieslar, k. forstl. Versuchsstat. Mariabrunn b. Wien, A. Coaz, eidgen. Oberforstinspektor, Comte, Kreisförster in Yverdon, E. Curchod, Stadtförster

[1]) Die bis jetzt nur aus Gärten bekannten Formen muss ich hier, so interessant sie an und für sich und in ihrer Bedeutung für die Phylogenie der Fichtenformen wären, grösstenteils unberücksichtigt lassen. Einmal müsste erst für alle genau bekannt sein, wie sie entstanden sind (aus Sämlingen, aus Sportzweigen, durch Stecklinge von einer andern Form), und dann müsste erst durch Autopsie die verwickelte Synonymie dieser Formen aufgeklärt werden. (Vergl. Beissner 1891, Seite 362 und 368.)

von Lausanne, Kreisförster Eblin in Ilanz, Prof. Engler, eidg. Forstschule, Dr. Fankhauser, Adjunkt d. eidg. Oberforstinspektorats, Prof. Felber, eidgen. Forstschule, Prof. Fliche in Nancy, J. Giovanoli, Förster in Soglio im Bergell, Dr. Paul Jaccard in Lausanne, E. Jacobasch in Jena, A. O. Kihlmann, bot. Museum Helsingfors, Moreillon, Kreis-Förster in Mimorey, Kt. Waadt, Pillichody, Förster in Couvet, Kt. Neuenburg, A. Puenzieux, Oberförster des Kantons Waadt, in Clarens, Th. Schlatter in St. Gallen, Schnider, Oberförster des Kantons St. Gallen, Max Siber, Stadtförster von Winterthur, Prof. Dr. Thomas in Ohrdruf, Dr. v. Tubeuf in München, Direktor Dr. B. Wartmann in St. Gallen, Prof. Dr. Wilczek, Lausanne, Prof. K. Wilhelm in Wien.

I. Die Abarten (Varietäten) der Fichte.

Eine Abart oder Varietät besteht nach unserer Auffassung[1]) aus der Summe derjenigen Individuen, welche durch mehrere erbliche Merkmale von den andern Individuen derselben Art verschieden sind, in grösserer Zahl in zusammenhängender Verbreitung auftreten und mit den andern Abarten derselben Art durch nicht hybride Uebergänge verbunden sind.

Die Abart ist eine werdende Art: sie dokumentiert ihre Lebensfähigkeit durch ihre grosse Individuenzahl; sie zeigt ihre Entstehung unter Mitwirkung geographischer Faktoren durch ihre mit solchen zusammenhängende Verbreitung und ihre allmählige Herausarbeitung aus dem Typus durch die Existenz nicht-hybrider Uebergänge.

Es zeigt sich, dass eine Abgrenzung der Abarten der Fichte am besten nach dem Zapfenbau erfolgt.

A. Die Variabilität des Zapfens.

Wir wollen hier zunächst das gesamte Ausmass der Abänderungen festellen und dann nach dem Zapfenbau die Varietäten festzusetzen suchen.

---

[1]) die im wesentlichen derjenigen Hackels in *Monographia Festucarum europaearum* 1882 entspricht. Unsere Abart fällt zusammen mit der Unterart, Rasse und Abart von Ascherson und Graebner 97, Seite VII und VIII. In ganz anderem Sinn wird der Begriff Varietät von Wettstein gebraucht (Grundzüge der geograph.-morpholog. Methode der Pflanzensystematik, 1898, S. 37, Anmerk.), der darunter nicht erbliche Standortsabänderungen versteht. Eine Einigung der Systematiker über die Definition der taxonomischen Begriffe wäre sehr zu wünschen.

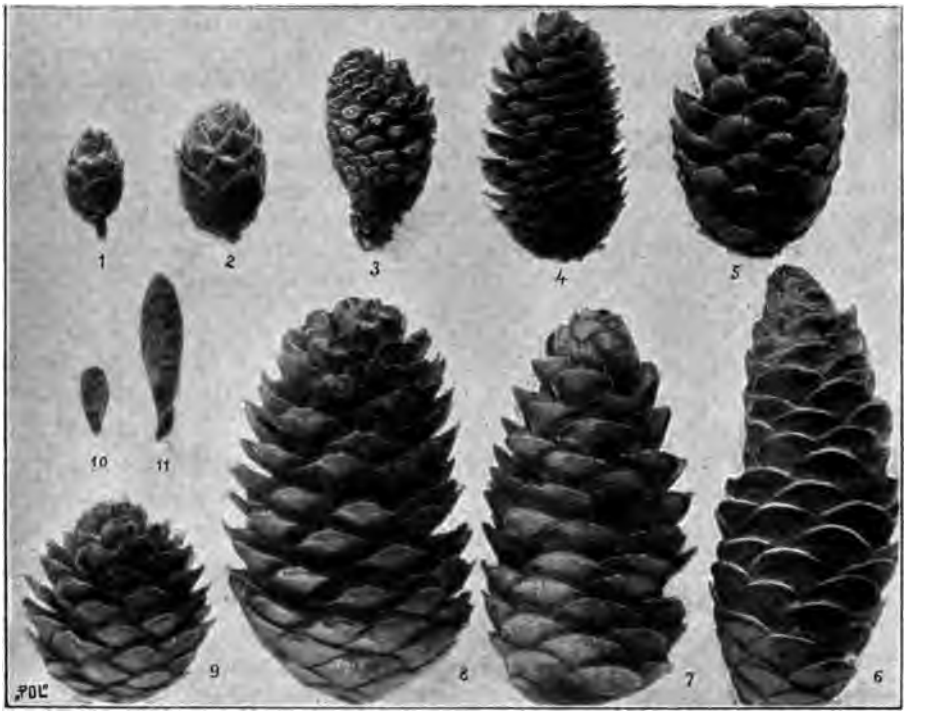


Fig. 1. Kümmerzapfen und Zwergzapfen der Fichte.
(*Picea excelsa* Link.)
In Naturgrösse.

Nr. 1 u. 2: Kümmerzapfen mit tauben Samen, aber normal ausgebildeten, sich lösenden Flügeln, von einer Sumpffichte bei Sagnitz in Livland, leg. Graf F. Berg.

Nr. 3: Kümmerzapfen mit tauben Samen und unausgebildeten, von der Schuppe sich nicht lösenden Flügeln. — Letzte Zapfengeneration einer abgestorbenen Wetterfichte ob Calfreisen im Schanfigg, 1700 m ü. M., leg. Rikli.

Nr. 4: Kümmerzapfen mit tauben Samen, aber normalen Flügeln, vom hohen Rhon, Kt. Zürich, 1000 m ü. M., leg. Schr.

Nr. 5: Kümmerzapfen wie voriger, von einem Lawinenzug ob Anzonico, Leventina, Kt. Tessin, 1600 m ü. M., leg. Coaz.

Nr. 6—9: Zwergzapfen, d. h. kleine Zapfen mit guten Samen.

Nr. 6: Von var. *obovata* Ledebour, russisch Lappland, am Flusse Marjok, leg. Palmén, dedit Kihlmann.

Nr. 7: Von var. *fennica* Regel, aus dem Avers, unterhalb Campsut, bis 1600 m ü. M., leg. Schr.

Nr. 8: Von var. *europaea* Teplouchoff, von Stabel Chod am Ofenberg bei Zernez, 1860 m ü. M., leg. Coaz.

Nr. 9: Von var. *europaea* Tepl., von Rigischeideck, 1600 m ü. M., leg. Prof. Bourgeois.

1. Abänderungen in der Länge.

Die Grenzwerte in der Länge normaler ausgereifter und gute Samen tragender Zapfen sind: 2,8 cm und 25 cm. Erstere stammten von Rigischeidegg (ges. v. Prof. Bourgeois, siehe Fig. 1, Nr. 9), letztere von Südböhmen (Purkynè 77, Seite 7).

Rechnen wir die tauben, aber völlig verholzten „Kümmerzapfen" dazu, so sinkt das Minimum auf 6 mm hinab; solche wurden von Berg (87, Seite 33) an einer Sumpffichte bei Dorpat gefunden, zwei etwas grössere desselben Exemplars siehe Fig. 1, Nr. 1 und 2.

An Zapfen aus der Schweiz fand sich folgendes: Von 124 Zapfen von 61 Standorten waren:

solche mit guten Samen 2,8—18 cm lang; die kleinsten stammten von Rigischeidegg bei 1600 m (leg. Prof. Bourgeois, Fig. 1, Nr. 9), die grössten aus der Klenganstalt von Remüs im Unterengadin (leg. Coaz).

Reif aussehende, geöffnete, aber taube Zapfen gingen bis auf 2,5 m herab (von einer abgestorbenen Wetterfichte ob Calfreisen im Schanfigg bei 1770 m, leg. Dr. Rikli, Fig. 1, Nr. 3).

Weit über die Hälfte (80) lagen zwischen 7 und 13 cm, nur 13 zwischen 13 und 18 cm und der Rest unter 7 cm.

An einem und demselben Baum variierte die Zapfengrösse von 8,5—11,5 cm bei einem Baum von Couvet, 16 Zapfen ges. von Hrn. Pillichody; von 8—10 cm bei einem zweiten Baum von Buttes, Val de Travers, Kt. Neuenburg, ges. von demselben, 36 Zapfen.

Die schweizerischen Fundorte lagen zwischen 200 und 2000 m, die meisten zwischen 1400—1900 m. Es fanden sich

bei 1500—1600 m Zapfen von 2,8—13,5 cm,
„ 1700—1800 „ „ „ 5 —13 „
„ 1800—2000 „ „ „ 5 — 9 „ (s. Fig. 1, Nr. 7 u. 8).

Es nimmt also die Zapfengrösse mit der Höhe ü. M. ab; immerhin waren noch Zapfen von den äussersten Vorposten an der Baumgrenze bei 2000 m bis 6,5 cm lang (Ascherinatthal bei St. Antönien).

A. Braun (76, Seite 13) fand am Brocken an der Baumgrenze Zapfen von nur 4—6½ cm Länge.

Auch nach Norden nimmt die Zapfenlänge ab: Kihlmann (90) fand in russisch Lappland die Zapfen meist 2—6 cm lang, seltener bis 7 (siehe Fig. 1, Nr. 9) und nur an ganz geschützten Stellen bis 9 cm lang.

Ebenso nach Osten: Teplouchoff (69) giebt aus Russland und Sibirien das Mass der Zapfen der var. *europaea* auf 7—11 cm Länge, das der Uralfichte auf 5—8,3 cm und das der Altaifichte auf 3,7 bis 7,5 cm an.

Kienitz (79, Formen und Abarten) fand bei seinen 720 Zapfen aus Mitteleuropa von 46—55° N. B. und vom Meeresstrand bis 1700 m Meereshöhe eine Variation in der Zapfenlänge von 7 bis 16,8 cm; der kleinste (gesunde) Zapfen kam aus dem Riesengebirge von der Baumgrenze, der grösste aus Croatien von 850 m Meereshöhe.

In Fig. 1 findet sich eine Zusammenstellung kleiner Fichtenzapfen. Nr. 1—5 sind „Kümmerzapfen" mit tauben Samen und sonstigen Verkümmerungserscheinungen, wie Verwachsenbleiben des Flügels mit den Schuppen (bei Nr. 3). — Nr. 6—9 sind normale „Zwergzapfen".

Wir können also die Längenmasse ungefähr so gruppieren:

Zapfenlänge	überhaupt (taube inbegriffen) . .	0,6—25 cm,
„	der Zapfen mit guten Samen . .	2,8—25 „
„	gegen die Fichtengrenze in den Alpen	2,8—13 „
„	gegen die nordische Fichtengrenze	2 — 6 „
„	der östlichen Formen (Sibirien). .	3,7— 7,5„

Nach den interessanten Ergebnissen der Anwendung der statistischen Methode auf die Charakterisierung der Arten, welche Hugo de Vries, Ludwig, Amann u. a. erzielt haben, wäre es zu wünschen, hunderte von Zapfen aus den verschiedenen Gegenden messen und vergleichen zu können. Die sonst so wertvollen Zahlenangaben von Kienitz lassen sich leider hiezu nicht verwenden, da er nur die extremen Maasse seiner Zapfenserien angiebt. Es würden sich bei solchen statistischen Erhebungen wahrscheinlich für die verschiedenen Gebiete gesetzmässige Verschiedenheiten der Kurve der Längen ergeben.

2. Die Dicke der Zapfen variiert von ca. 1—4 cm. Die Gesamtform ist bald walzlich, bald mehrweniger eiförmig.

3. Die Grösse reifer Samen fand ich bei den schweizerischen Exemplaren variierend:

Same allein . . . . . 2— 5 mm,
Same mit Flügel . . . 6—23 „

Der Flügel ist also 2 bis 5 mal so lang als der Same (siehe Fig. 1, Nr. 10 u. 11).

4. Abänderungen im Bau der Zapfenschuppen.

Wie bei den Coniferen überhaupt, so liefern auch bei *Picea* die Zapfenschuppen die wichtigsten Merkmale zur Abgrenzung von Varietäten.

Man hat nach dem Schuppenbau, nach ihrer Färbung, Grösse, Form, Ausbildung des Randes und Konsistenz mehrere Abarten unterschieden.

So wie die Sache gegenwärtig liegt, ist aber von keiner dieser Zapfenvarietäten mit Sicherheit nachgewiesen, dass andere Merkmale ausnahmslos mit ihren Abänderungen verbunden sind, d. h. dass eine bestimmte Zapfenform unabänderlich mit einer bestimmten Wuchsform, Holzbau, Nadelbau, Rindenbeschaffenheit etc. parallel geht.

Dagegen steht es ausser allem Zweifel, dass der Zapfenbau mit der geographischen Verbreitung in bestimmten Beziehungen steht. Man kann diese Beziehungen kurz so ausdrücken:

Das gesamte Verbreitungsgebiet der *Picea excelsa* Link (inbegriffen die *Picea obovata* Ledebour und die ihr nahestehenden *Picea Schrenkiana* Fischer und Meyer und *Thianschanica* Ruprecht) erstreckt sich

in westöstlicher Richtung: von den Pyrenäen bis nach Kamtschatka, den Kurilen und Japan (wo sie nach Maximowitsch in einer der *obovata* nahestehenden Gebirgsform auftritt),

in südnördlicher Richtung:

in Europa von den Pyrenäen (42° 30′ n. B.), den Euganeeischen Bergen (44° n. B.) und Mittelrussland unter 50—56° 30′ n. B. bis zum 69.° 30′ in Finnmarken,

in Asien vom Thian-Schan, der Dsungarei, vom See Kuku-Nor (Przewalski) unter n. 37° n. B. und vom Amur-Gebiet bis 69° 5′ am Jenisei.

Die gerundete Schuppenform (var. *obovata* Ledebour) herrscht in dem ganzen ungeheuern asiatischen Verbreitungsbezirk weitaus vor, westlich weit nach Russland hineinreichend; eine Uebergangsform zur vorgezogenen gezähnelten Schuppe (var. *fennica* Regel, *medioxima* Nyl.) dominiert im Ural, an der europäischen Nordgrenze und in den europäischen Gebirgen gegen die Fichtengrenze hin, während die Fichte im übrigen europäischen Verbreitungsbezirk eine deutlich rhombische Schuppe mit mehrweniger vorgezogenem und gezähneltem Vorderrand (var. *europaea* Tepl.) oder scharf abgesetzter Dornspitze (var. *acuminata* Beck) zeigt.

Parallel damit variiert die Grösse der Zapfen, in dem Sinne, dass der gerundeten Schuppenform im allgemeinen die kleinern, der vorgezogenen die grössern Zapfen entsprechen. Es nimmt also die Zapfengrösse von Ost nach West, in Europa von Nord nach Süd und vom Gebirge nach der Ebene zu.

Endlich scheint, wenn auch weniger deutlich, die bläulichgrüne Färbung der Nadeln vorzugsweise mit der gerundeten Schuppenform aufzutreten. Der sibirischen Fichte wird nach Beissner ein „bläulichgrünes Nadelwerk" zugeschrieben; ebenso soll an der finnischen Nordgrenze, wo gerundete Schuppen vorherrschen, auch meist die Nadelfärbung bläulichgrün sein (Blomqvist) und Brüggers Alpenfichte mit gerundeten Schuppen ist ebenfalls stark bläulich. Anderseits giebt es aber auch sicher rundschuppige Formen mit reingrüner Nadel.

Der unverkennbare Zusammenhang der Schuppenform mit der geographischen Verbreitung kann a priori zweierlei Ursachen haben: Entweder ist die Schuppenform direkt abhängig von klimatischen Einflüssen; dann tritt sie als Folge derselben bei den verschiedenen natürlichen Gruppen der Fichte als klimatische Parallelform auf und kann nicht als Charakter einer systematischen Einheit gelten.

Oder die Schuppenform ist ein ererbtes, vom Klima direkt unabhängiges Merkmal einer genetisch zusammenhängenden systematischen Einheit; der Zusammenhang mit der geographischen Verbreitung ist ein indirekter, indem die Schuppenform nur korrelativ im Zusammenhang mit andern (unbekannten) Eigenschaften steht, welche diese systematische Gruppe für bestimmte Klimate besonders geeignet machen.

Kihlmann 90, S. 154, vertritt die erstere Ansicht. „Unter dem Einfluss dieser klimatischen Faktoren („die sich an kalten und windoffenen Standorten, also auch mit zunehmender Meereshöhe und geographischer Breite besonders geltend machen") zeigen die Schuppen eine Neigung, das Verhältnis zwischen ihrer Länge und Breite zu vermindern und die Unebenheiten und Einkerbungen ihres Randes abzuschwächen. Wenn diese Annahme richtig ist, so würden wir die Ausbildung der *obovata*-Zapfen als das Resultat analoger Veränderungen bei verschiedenen Fichtenformen auffassen können." Zur Stütze seiner Ansicht führt Kihlmann eine Reihe analoger Erscheinungen (Verbreiterung des Blattes) bei Laubblättern nordischer Ericaceen und Moose an.

Gegen diese Auffassung lässt sich aber geltend machen, dass der Zusammenhang der rundschuppigen Formen mit klimatischen Faktoren nicht eng genug ist, um ein direktes Abhängigkeitsverhältnis wahrscheinlich zu machen. Die rundschuppigen Formen treten nicht nur bei zunehmender Breite und Meereshöhe auf, sie haben vielmehr ihre Hauptverbreitung im Osten, unter sehr wechselnden klimatischen Bedingungen. Das Extrem der Rundschuppigkeit in der Artengruppe der *Picea excelsa* findet sich bei der Himalayafichte *(Picea Morinda* Link) auf dem westlichen Himalaya bei 2000—3600 m, mit Zedern vorgesellschaftet, wo das Klima von dem der europäischen Standorte der *obovata*-Form sehr verschieden ist; *P. Morinda* ist viel weniger winterhart als die Fichte. Ferner finden sich rundschuppige Fichtenzapfen überall vereinzelt unter den andern, und umgekehrt giebt es auch an der Fichtengrenze in den Alpen wie im Norden Exemplare mit rhombischen ausgerandeten Schuppen (siehe z. B. Fig. 1, Nr. 7).

Dieser lose Zusammenhang mit klimatischen Faktoren lässt die Annahme eines indirekten Zusammenhangs wahrscheinlicher erscheinen. Die abgerundete Schuppenform erscheint uns als Indikator eines Komplexes von Eigenschaften, der einer natürlichen, genetisch zusammenhängenden Fichtenvarietät angehört, die den ganzen Osten des Verbreitungsbezirkes einnimmt und im stande ist, dem alpinen und nordischen Klima besser zu trotzen als die Varietäten mit rhombischen ausgerandeten Schuppen.

Der Zusammenhang zwischen geographischer Verbreitung und Schuppenbau zeigt also nach unserer Auffassung, dass wir den Zapfen

als Signalement grösserer natürlicher Gruppen innerhalb der Art benützen können; es wird sich also empfehlen, zunächst darnach Varietäten zu unterscheiden und dann innerhalb derselben die einzelnen Kombinationen mit den andern Merkmalen zu beobachten und auf ihre Bedeutung und Verbreitung zu prüfen.

Da unter allen Merkmalen des Zapfens die Schuppenform die stärksten und am deutlichsten geographisch reagierenden Abänderungen zeigt, gehen wir von dieser aus.

Da sind folgende Thatsachen konstatiert:

I. An einem und demselben Zapfen sind die Schuppen der Basis und Spitze von denen der Mitte oft sehr verschieden. Zum Vergleich ist daher nur der mittlere Teil des Zapfens zu benützen (Kihlmann 90).

II. In diesem mittleren Teil sind Abweichungen der einzelnen Schuppen untereinander vorhanden; darauf hat zuerst Kihlmann 90 aufmerksam gemacht; er bildet auf Taf. 14 eine Anzahl von Schuppenpaaren, je aus demselben Zapfen stammend, ab, die zu zwei verschiedenen Varietäten gezählt werden müssten; leider giebt er über das relative Mengenverhältnis der beiden Formen an den untersuchten Zapfen nichts an. Ich fand bei der Untersuchung von über 900 schweizerischen Zapfen:

1. dass stets die weitaus überwiegende Mehrzahl der Schuppen der Mittelregion einheitlich gebaut war, so dass man nie im Zweifel war, welcher Varietät der Zapfen zuzurechnen sei; abweichende Formen fanden sich stets in erheblicher Minderzahl;

2. dass die Abweichungen keine so bedeutende sind, wie sie Kihlmann fand; die Maxima der Differenzen im Schuppenbau der Mittelregion desselben Zapfens, die ich fand, sind in Fig. 3 abgebildet.

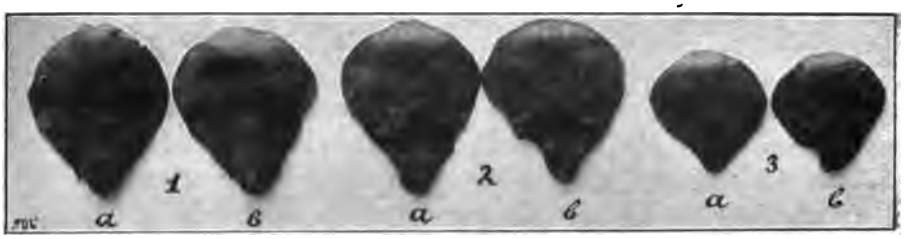


Fig. 2. **Maximale Differenzen in der Form des Schuppenrandes an demselben Zapfen** von *Picea excelsa* Link.
Die Schuppen stammen paarweise aus der Mittelregion eines Zapfens.

Ich kann daher in dieser Thatsache der Variabilität des Schuppenbaues an demselben Individuum kein Hindernis für die Benutzung der Schuppe zur Charakterisierung der Abarten erblicken.

Die aus demselben Jahre stammenden Zapfen desselben Baumes fand ich in den zwei, oben Seite 129, Absatz 7 von oben erwähnten Fällen durchaus übereinstimmend.

Ob in den verschiedenen Jahrgängen die Schuppenform konstant bleibt, darüber liegen bis jetzt keine Beobachtungen vor; solche Untersuchungen wären aber sehr erwünscht!

III. Wenn wir die Zapfen der Fichte aus dem gesamten Verbreitungsgebiet derselben vergleichen, können wir eine kontinuierliche Reihe von der verkehrt eiförmigen, völlig abgerundeten, absolut ganzrandigen Schuppenform (*obovata*-Form) bis zu der rhombischen mit plötzlich wellig vorgezogener Spitze (*acuminata*-Form) aufstellen.

In Fig. 3 ist eine solche Reihe reproduziert; von den 18 Nummern stammen 15 von schweizerischen Standorten, Nr. 1 von Lappland, 13 von Plewna, 15 von Sagnitz bei Dorpat.

Bezeichnen wir in dieser Reihe die Stufen mit 1—10, in der Weise, dass Nr. 1 der Figur der Stufe 1 entspricht, Nr. 18 der Stufe 10, und die übrigen 16 Nummern je paarweise zu einer Stufe zusammengefasst werden, so können wir die bis jetzt anderswo publizierten Stücke dieser Reihe etwa folgendermassen charakterisieren:

Nr. 1— 7: Aus russisch Lappland, abgebildet bei Kihlmann 90, Taf. 14.

Nr. 1— 9: Aus den Wäldern bei Christiania, abgebildet bei Schübeler 73—75, Seite 158.

Nr. 1— 9: Aus einem Walde in Sagnitz bei Dorpat, von Berg 87, Tafel XI, Fig. A—L. Fig. J, „mit vollkommen gerundeten, dicken, glatten Schuppen, könnte selbst *obovata* genannt werden", entspricht also Nr. 1 unserer Reihe. Die echte *acuminata* dagegen fehlt.

Nr. 2— 9: Aus Finnland, abgebildet von Hisinger 67. Nr. 2 vom nördlichsten Standort der Fichte in Finnland am Enara-See, Nr. 9 aus dem südlichsten Finnland.

Nr. 2— 9: In den Wäldern bei Petersburg nach den Beschreibungen von Dammer 83. Auch hier fehlen die Formen mit stark vorgezogener Spitze.

Nr. 2—10: Aus dem Quadersandsteingebiet des nördlichen Böhmens, abgebildet bei Hempel und Wilhelm 89, Seite 58.

Nr. 2—10: Aus dem mitteleuropäischen Bezirk der Fichte von 46—55° n. B., abgebildet bei Kienitz 90 (Formen und Abarten), Taf. 3 und 4.

A. Braun 76 hat die Reihe in Thüringen, am Harz, in Schlesien und Oberbayern beobachtet.

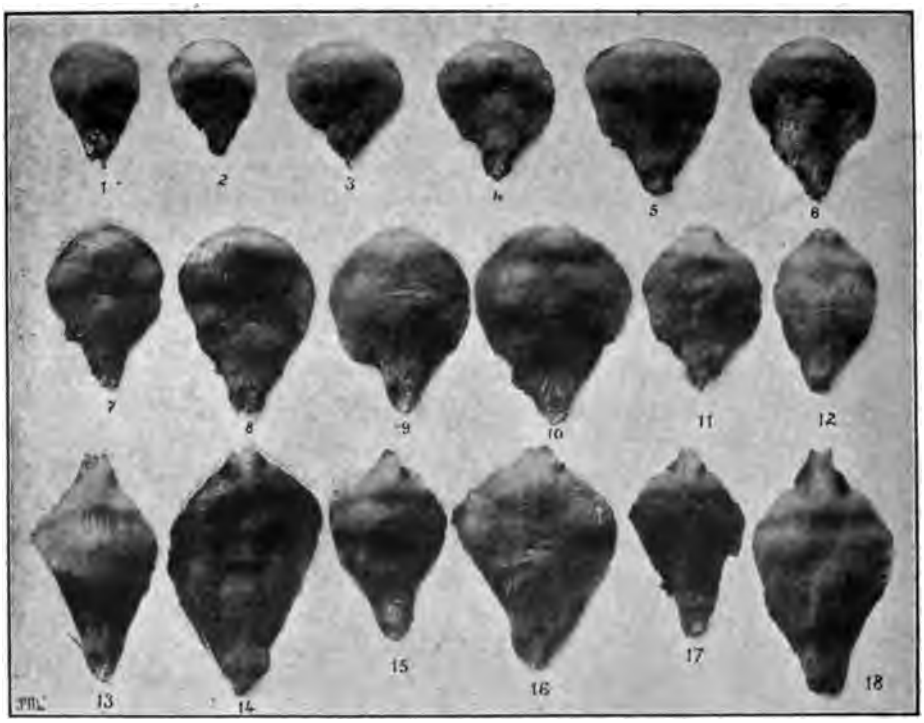


Fig. 3. **Zapfenschuppen der verschiedenen Varietäten von *Picea excelsa* Link.**
In Naturgrösse.

Nr. 1: Var. *obovata* Ledebour — von russisch Lappland, am Flusse Marjok, leg. Palmén. Zapfen siehe Fig. 1, Nr. 6. — Schuppen vollkommen abgerundet, ohne Zähnelung.

Nr. 2—5: Var. *fennica* Regel (*medioxima* Nylander und *alpestris* Brügger). Schuppen vorn gerundet, aber fein gezähnelt oder etwas uneben.

Nr. 2: Aus dem Avers, bei 1600 m unterhalb Campsut, leg. Schröter (Zapfen 5,5 cm. lang).

Nr. 3: Aus dem Wallis, leg. Dr. Christ (Zapfen 7 cm lang).

Nr. 4: Aus dem Avers, bei 1600 m unterhalb Campsut, leg. Schr. (Zapfen 9 cm lang).

Nr. 5: Bei Salux im Oberhalbstein, bei ca. 1500 m, leg. C. Schr. (Zapfen 11 cm lang).

Nr. 6—14: Var. *europaea* Teplouchoff (*vulgaris* Willkomm). Schuppen mehr vorgezogen und deutlich ausgerandet.

Nr. 6 u. 7: Versus *fennica*.

Nr. 6: Vom Mont Risoux, Val de Joux, Waadtländer Jura, leg. Aubert, 1600 m (Zapfen 10 cm lang).

Nr. 7: Von Casaccia im Bergell, leg. Schr., ca. 1500 m ü. M. (Zapfen 11 cm. lang.)

Nr. 8—12: *europaea typica*.

Nr. 8: Von Soglio im Bergell, ca. 1400 m, leg. Giovanoli (Zapfen 12 cm lang).

Nr. 9: Vom Zürichberg bei Zürich, ca. 600 m, leg. Schr. (Zapfen 13 cm. lang).

Nr. 10: Vom Pass „Sur la Croix" zwischen Ormonds-dessus und Bex, ca. 1700 m, leg. Coaz (Zapfen 16 cm lang).

Nr. 11: Vom Bannwald ob Salvan, Kt. Wallis, 1900 m, leg. Coaz.

Nr. 12: Von Soglio im Bergell, ca. 1100 m ü. M., leg. Giovanoli (Zapfen 10 cm lang).

Nr. 13—14: Versus *acuminata*.

Nr. 13: Von Plewna in Bulgarien, leg. stud. Pharm. Popoff (Zapfen 14 cm lang).

Nr. 14: Vom Zürichberg bei Zürich, leg. Schr. (Zapfen 17 cm lang).

Nr. 15—18: Var. *acuminata* Beck: Schuppe in eine ausgerandete Spitze plötzlich wellig verschmälert.

Nr. 15: Von Sagnitz bei Dorpat in Livland, leg. Graf F. Berg (Zapfen 10 cm lang).

Nr. 16 u. 17: Vom Zürichberg bei Zürich, 600 m, leg. Schr. (Zapfen 17 und 11 cm lang).

Nr. 18: Vom Pass „Sur la Croix" zwischen Ormonds-dessus und Bex, 1700 m, leg. Coaz (Zapfen 13 cm lang).

IV. Damit ist aber keineswegs gesagt, dass jedes dieser Uebergangsglieder in der Natur auch in gleicher Masse vertreten sei. Eine statistische Erhebung an tausenden von Zapfen aus dem ganzen Gebiet der Fichte würde wahrscheinlich mehrere Kulminationspunkte der Variationskurve ergeben. Statistische Untersuchungen aus kleinern, pflanzengeographischen einheitlichen Gebieten würden von einem einzigen stark ausgeprägten Kulminationspunkt steil abfallende Kurven ergeben.

Eine Klassifikation von 285 Zapfen, aufs Geratewohl in einem natürlichen Fichtenbestand, dem „Bosco tenso", 1300—1500 m am Südhang ob Soglio im Bergell, aufgelesen, besorgt durch Herrn Giovanoli, ergab folgende Mengen von Zapfen für die nach den Nummern in Fig. 3 aufgeführten Schuppenformen:

Schuppenform Nr.	8	=	9	Zapfen,
„ „	9	=	11	„
„ „	10	=	164[1])	„
„ „	12	=	84	„
„ „	16	=	17	„

Daraus geht hervor, dass die *europaea*-Form weitaus dominiert.

Nur umfassende derartige statistische Untersuchungen aus dem ganzen Gebiet der Fichte können eine objektive Darstellung der Verbreitung der verschiedenen Schuppenformen liefern.

B. Abgrenzung der Varietäten nach den Zapfen.

Vorläufig müssen wir uns beschränken, einige Hauptgruppen herauszugreifen und an diesen die Konstanz der übrigen Merkmale zu prüfen. Wenn wir dabei typische Formen mit einem Varietäten-Namen bezeichnen, so müssen wir uns stets bewusst sein, dass das nur Mittelpunkte oder Endpunkte von Formenreihen sind, die beidseitig *(fennica, europaea)* oder einseitig *(obovata, acuminata)* in andere gleitend übergehen.

1. **Picea excelsa** Link var. **obovata** Ledebour (Flora altaica IV, 201).
Die sibirische Fichte = *Picea vulgaris* Link var. *altaica* Teplouchoff 69. Unsere Fig. 1, Nr. 6 und Fig. 3, Nr. 1.

Zapfen (nach Teplouchoff) 3,7—7,5 cm lang, hängend, seltener schief-abwärts gerichtet oder horizontal, Schuppenrand abgerundet oder abgestutzt, Schuppe breiteiförmig oder fast herzförmig, Vorderrand stets ganz; oberer, von den andern Schuppen nicht bedeckter Teil stets gewölbt, Schuppen weich und biegsam.[2]) Zapfen meist dunkel gefärbt.

[1]) Darunter 52 Stück mit mehrweniger deutlicher Ausbildung der Spielart *triloba* Ascherson und Graebner (siehe unten).

[2]) Diese Diagnose entspricht der von Teplouchoff aufgestellten var. *altaica*. Willkomm 87, Seite 94, Beissner 91, Seite 368, und Koehne 93, Seite 23, schreiben aus Versehen der *altaica* flache Schuppen zu, die Teplouchoff für die andere Varietät (*uralensis*) reserviert, die als Uebergangsform zur *europaea* besser zu *fennica* gestellt wird.

Diese Abart stellt das eine Extrem unserer Reihe dar; sie herrscht beinahe ausschliesslich[1]) im asiatischen Teil des Gesamtgebietes, überwiegt also an Massenentfaltung alle andern Formen weitaus.

In Europa kommt sie vor:

Im nördlichen Russland: bei Petersburg nach Dammer 83;

in russisch Lappland (Halbinsel Kola) nach Kihlmann 90 bei Lowosersk, Siejtjawr; „auf den Anhöhen von Leijawr, Jeljok und Limbes-sijt ist die typische *obovata* sehr verbreitet."

In Finnland: Nach Saelan, Kihlmann und Hjelt in ihren auf die Materialien des botanischen Museums in Helsingfors gegründeten sorgfältigen Darstellungen der Verbreitung jeder Species in den von ihnen aufgestellten 28 Provinzen (89, Seite 6) kommt die var. *obovata* Ledebour vor in den 14 nördlichen Provinzen (die südlichste ist Onega-Karelien, 61° 30'). Auch Blomqvist 83 gibt eine Reihe von Standorten an (Lappajärvi 63° nach Ruprecht, Kuusamo 66° n. Br. und Kemithal nach Middendorf).

In Norwegen nach Wittrock 87: Ost-Finnmarken in Südvaranger, am Tanafluss und bei Karasjok. — In Schweden scheint sie zu fehlen.

Ueber die völlige Identität der nordrussischen, finnischen und norwegischen *obovata* mit der sibirischen scheinen die nordischen Botaniker bis heute uneinig zu sein. Hisinger 67 will die echte P. *obovata* Ledebour aus der skandinavischen Flora ausscheiden; Th. Fries 67 schlägt für die nordeuropäische *obovata* den Namen *extrema* vor, und Blomqvist 83 will sie als P. *excelsa* var. *obovata lapponica* bezeichnet wissen. Wittrock dagegen und die obengenannten finnischen Botaniker sprechen schlechtweg von P. *excelsa* Lk. var. *obovata* Ledebour.

Während Ledebour die *obovata* als gut geschiedene Art hinstellte und Trautvetter sogar eine scharfe Grenzlinie zwischen den Gebieten der europäischen und sibirischen Fichte zog, haben Grisebach, Teplouchoff, Kihlmann, v. Berg, Dammer u. a. nachgewiesen, dass sie durch zahlreiche Uebergangsformen, die man als var. *fennica* Regel (*medioxima* Nyl.) zusammenfassen kann, mit der europäischen Fichte verbunden ist.

2. **Picea excelsa** Link var. **fennica** Regel (sub. *Pinus Abies*, Gartenflora XII, 95, Febr. 1863). **Die finnische Fichte.** Fig. 1, Nr. 7 und Fig. 3, Nr. 2—5.

Picea excelsa Link var. *medioxima* Nyl. Bull. Soc. Bot. de France X, 501, Anmerkung (Nov. 1863); dieser bisher gebräuchlichste Name muss also, wie Ascherson und Graebner 97 nachwiesen,

[1]) Doch nicht ganz ausschliesslich; nach Berg 87 finden sich Uebergangsformen zur *europaea* am Amur, in der Dsungarei, am Ussuri; Blomqvist hat im Ural weniger typische *obovata* beobachtet als im finnischen Lappland.

dem obigen, ältern weichen! P. *vulgaris* Lk. var. *uralensis* Teplouchoff, *Picea vulgaris* Lk. *β Uwarowi* Kfm., Flora von Moskau, S. 605 (nach Beissner), Gartenflora 1873, S. 172, *Picea obovata* Ledebour pro parte nach Teplouchoff, *Abies medioxima* Murray, pinetum britannicum 27. Heft (nach Beissner 91).

Abgebildet: Schübeler 73—75, S. 158, Fig. 26, g. Kihlmann 90, Taf. 14, Fig. 1, 4, 7, 12, 15, 17, 23. Blomqvist 83, Tafel bei Seite 76, Fig. 3. Hempel und Wilhelm 89, S. 58, Fig. 32 A. Kienitz 90, Taf. 3, Fig. 6 A. Berg 87, Taf. XI, Fig. J u. K (?). Hisinger 67, Fig. 8.

Schuppe verkehrt eiförmig, vorn mehrweniger abgerundet, aber stets fein gezähnelt; oberer unbedeckter Teil der Schuppe flach oder gewölbt. Zapfen grösser als bei *obovata*, im Ural 5—8,9 cm lang, in den Alpen bis 13 cm, in der Ebene bis 19 cm.

Zapfen bei kleinzapfigen Exemplaren oft nicht ganz hängend, sondern schief abwärts gerichtet oder wagrecht.

Diese Form kommt in zwei Subvarietäten vor, in einer mit dunkelgrünen Nadeln (subv. *medioxima* Nylander[1]) und einer mit stark bereiften Nadeln. Letztere ist die var. *alpestris* Brügger. Der Autor schreibt dieser Form ausserdem behaarte Zweige, stumpfe, dicke Nadeln, hellgraue Rinde („wilde Weisstanne" der Obervazer Bauern) zu.

Die finnische Fichte, die wir also als Uebergangsform von der sibirischen zur europäischen Fichte zu betrachten haben, findet sich

In Asien vereinzelt:

Im Amurgebiet, am Ussuri, in der Dsungarei nach Berg 87.

An der Boganida im Taymirland nach Kihlmann 90.

In Europa häufig:

In Russland ist sie im Ural die herrschende Form (var. *uralensis* nach Teplouchoff 69); ferner bei Moskau (var. *Uwarowi* Kaufmann), im Gouv. Riasan bei Luchwitzky, südöstlich von Moskau, im Gouv. Kasan bei Malmysch (alles nach Teplouchoff 69), bei Petersburg häufig (Dammer 83); in Livland und Polen (Berg 87).

In Finnland kommt sie nach Saeland, Kihlmann und Hjelt in 17 der 28 Provinzen vor; in 6 südlichen und allen nördlichen; in russisch Lappland ist sie nach Kihlmann namentlich gegen die

---

[1]) Nylander 63 spricht in seiner Originaldiagnose gar nicht von den Nadeln; Koehne 93 schreibt seiner *medioxima* dunkelgrüne Nadeln zu. Es scheint mir ganz zweckmässig, den Namen *medioxima* für diese grüne *fennica* zu reservieren.

Wahrscheinlich gehören hieher auch die *Picea excelsa hercynica* Hort. (Beissner 91, Seite 357) uud *Picea excelsa carpathica* Loudon.

Nordgrenze hin die herrschende Form, im nördlichen Schweden häufig (Wittrock 87), ebenso in Norwegen (Schübeler 73—75).

Zerstreut in Deutschland:

Riesengebirge (Dammer 89),

Thüringen (Dammer 89).

„Einzelne Bäume, deren Zapfenschuppen die von Nylander angegebene Form besitzen, sind allenthalben in den deutschen Fichtenwäldern zu finden." (Braun 76, S. 14, Anmerkung.)

Ferner nach Kienitz (90, Tabelle am Schluss) an folgenden Orten:

Schwarzwald bei Donaueschingen, 780 m ü. M., Zapfen 11—13 cm lang.

Markirch in den Vogesen, 800 m ü. M., Zapfen 9—15,5 cm lang.

Lützelhausen im Elsass, 550 m ü. M., 10—12 cm lang.

Thüringen, Neustädter Forst, 798 m ü. M., 8—11 cm lang.

Neustadt, Reg.-Bez. Cassel, 272 m ü. M., 11,6—19,4 cm. lang.

Marschendorf im Riesengebirge, 1130 m ü. M., 10,4 cm lang.

Kattenbühl, Wesergebiet, 300 m ü. M., 9,1—13,2 cm. lang.

In Oesterreich:

Schätzenwald im Böhmerwald, 950 m ü. M. (Kienitz l. c.)

Im nördlichen Böhmen, auf Quadersandstein, neben *acuminata* und *europaea* (Hempel und Wilhelm 89, S. 58, Fig. 32 A.).

In Niederösterreich (Beck 90).

In Bosnien (Beck 87).[1])

In der Schweiz machte zuerst Heer, gestützt auf von Brügger gesammelte Materialien, auf diese Form aufmerksam und identifizierte sie mit *medioxima* Nylander. Später hat Brügger (74 und 84/85) sie näher studiert; er glaubt, sie von *medioxima* Nylander trennen zu sollen und giebt folgende Merkmale für seine var. *alpestris* an:

Rinde weissgrau, Triebe dicht kurzhaarig, Blätter dicker, abstehend, gekrümmt, kurz (bis 18 mm lang), stumpf oder spitzlich bläulich bereift,[2]) Zapfen 7,5—12,5 cm lang, Fruchtschuppen breit abgerundet, nicht oder kaum ausgerandet.

Dem gegenüber ist zu bemerken: 1. typische *fennica*-Zapfen mit abgerundeten Schuppen kommen auch an alpinen Fichten mit reingrünen Nadeln vor. (Salux, Kt. Graub., Schröter 97.)

2. Umgekehrt findet man häufig genug stark bläulich bereifte Fichten in den Alpen, welche Zapfen der *europaea*-Form besitzen (var. *europaea* subvar. *coerulea* Breinig, siehe unten).

[1]) Sollte sich die Zugehörigkeit der *Picea obovata* Schaefer non Ledebour (Epicéa à cônes rouges) bei Schaefer 95 zur *fennica* bestätigen, so wäre diese in Frankreich in Savoyen und im Jura in höhern Lagen sehr verbreitet.

[2]) Die weisslich schimmernden Blätter und die weissgraue Rinde bedingen ein völlig weisstannenähnliches Aussehen.

Es finden sich also in den Alpen: grüne und bereifte *europaea*, grüne und bereifte *fennica;* das Mengenverhältnis ist erst noch festzustellen.

Ueber das Vorkommen der *fennica* in der Schweiz ist folgendes bekannt:

Subvar. *alpestris* Brügger (stark bereifte Form): „Von Landeck im Tirol bis Engstlenalp und vom Walen- bis zum Comersee habe ich s. Z. das allgemeine Vorkommen dieser Form in der Region zwischen 1300 und 1950 m, vorzugsweise auf krystallinischer Gebirgsart, für die meisten Thäler durch eigene Anschauung konstatiert." (Brügger 84/85, Seite 123—124.) — Herrschend z. B. um St. Bernhardin, 1600—1800 m, und um Parpan (ebenda), Wallis (Christ, Jaccard), Weisstannenthal (Christ).

Subvar. *medioxima* Nyl. (Nadeln reingrün), Oberhalbstein bei Salux (Schröter 97).

Ohne Angabe der Nadelfärbung:

Versus fennica: Val Bedretto ob Ronco (Coaz); Val Sampuoir im Samnaun ob Campovasto, 1900 m (Coaz); Vatzer See, 1500 m (Coaz). — Sèche des Amburnex, Val du Joux (Aubert); Forêt du Risoux, Vallée de Joux (Aubert).

Var. *fennica:* Avers, 1600 m (Schr.); Roggenfluh bei Oensingen (Schr.).

3. **Picea excelsa** Link var. **europaea** Teplouchoff 1869. **Die europäische Fichte.** Fig. 1, No. 8 und 9, Fig. 3, Nr. 6—14.

P. e. var. *vulgaris* Willkom, forstliche Flora, 1. Aufl., 1875. — *P. e.* var. *montana* Ascherson und Graebner, Synopsis 1897 (erweitert). — P. *vulgaris* Lk. var. *vulgaris, erythrocarpa* und *montana*, Beck 90. — *P. e.* Lk. var. *α* Wittrock 87 pro parte.

Abgebildet ist sie:

Schübeler 73—75, S. 158, Fig. b. c. d. e. Kienitz 79, Taf. 3, Fig. 1, 2, 3, 7. Hempel und Wilhelm 89, S. 58, Fig. 32. B. C. D. E. Kihlmann 90, Taf. 14, Fig. 2, 6, 10, 13, 14, 20, 22, 24. Berg 87, Taf. XI, Fig. A—H. Hisinger 67, Fig. 2—7.

Fruchtschuppen rhombisch, von der Mitte oder dem obern Drittel an verschmälert, Ende abgestumpft oder ausgerandet oder gezähnelt, aber nicht plötzlich in eine Spitze wellig vorgezogen, obwohl auch hier links und rechts von der in der Seitenansicht etwas emporgebogenen Spitze noch eine schwach wellige Ausbiegung vorkommen kann.

Diese Varietät begreift das Gros der mitteleuropäischen Fichten der Ebene und Bergregion in sich. Sie umfasst auf Fig. 3 die Formen von 7 bis 12, geht am einen Ende der Reihe in *acuminata*, am andern in *fennica* über.

Einzelne Fundorte aufzuzählen, würde hier zu weit führen. Von den 109 Nummern von Kienitz gehören 83 dieser Varietät an. Die weniger vorgezogenen, mehr dem gerundeten Typus sich nähernden Formen sind nach diesem Autor vorzugsweise in den Alpen, dem Schwarzwald, Böhmerwald und Karpathen herrschend, die spitzern, der Dornfichte sich nähernden namentlich in den mitteldeutschen Gebirgen.

In der Schweiz ist diese Form nach meinem Material weitaus herrschend; in den Höhenlagen über 1600 m wird sie seltener, geht aber doch vereinzelt bis zur Höhengrenze der Fichte (St. Antönien, 2000 m).

Subvarietäten sind:

subv. *typica* Schröter mit dunkelgrünen, unbereiften Nadeln: so besonders in der Ebene.

subv. *coerulea* Breinig (Beisser 91, S. 366) mit stark bereiften Nadeln; kommt vor:

Auf dem Brocken, mit kurzen Nadeln und kleinen Zapfen nahe unter der Baumgrenze (A. Braun 76).

In Finnland, mit helleren Nadeln und graubrauner bis grauweisser Borke (Kihlmann 90).

In den Alpen hie und da! St. Antönien, St. Galler Alpen. Th. Schlatter schreibt mir: Wenn ich der Anweisung Brüggers folgend, dass im Bündnerland die var. *alpestris* (mit gerundeten Zapfenschuppen! Sch.) als „wilde Weisstanne" bezeichnet werde, im Taminathal auf eine besonders weiss erscheinende Rottanne lossteuerte, so haben mich die Zapfen, sofern solche erhältlich waren, jedesmal enttäuscht: mit runden Schuppenschildern (wie Hempel und Wilhelm 89, S. 58, Fig. 32 A) sah ich nie ein Stück!

Ferner stelle ich die im Neuenburger Jura (Buttes) von Pillichody entdeckte blaugrüne Fichte vorläufig hieher, bis sie durch ihre Zapfen sich definitiv ausgewiesen hat.

4. **Picea excelsa** Link. var. **acuminata** Beck. (Ann. d. Nat. Hofm., Wien II, 61, 1887.) **Dornfichte.** Fig. 3, Nr. 15—18, und Fig. 4 [1]).

[1]) Das Aufgebogensein der Spitze erkennt man an den Schuppen der Fig. 3 nur schlecht; viel besser an dem ganzen Zapfen Fig. 4; die beiden „Wellen" am Grunde der Spitze sind in Fig. 3 durch ihre Schatten kenntlich.

Abgebildet Kienitz (79, Taf. 3, Fig. 4 und 5, A. und B. Hempel und Wilhelm (89, S. 58, Fig. 32 F). Conwentz (95, S. 145, Fig. 13). Schübeler (73—75, S. 158, Fig. 26 a).

Fruchtschuppen in eine lange, ausgerandete, aufgebogene Spitze plötzlich wellig verschmälert.

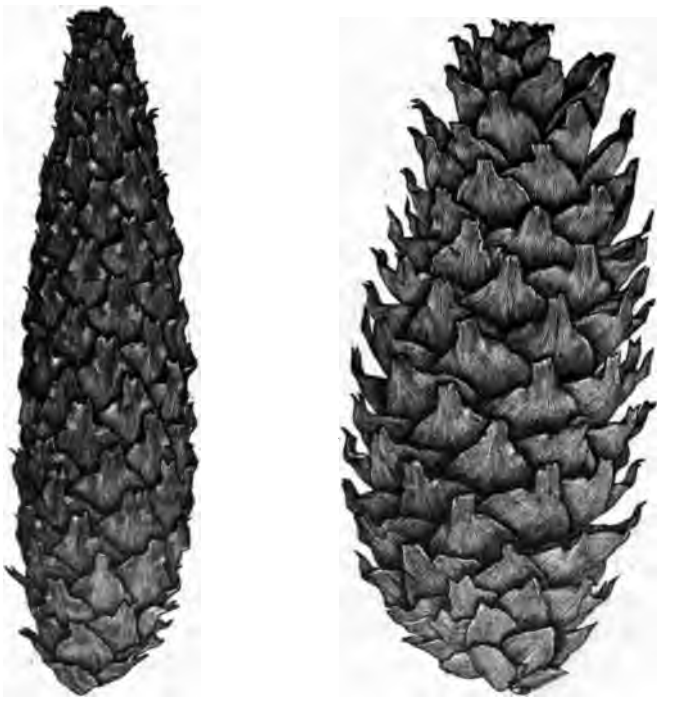


Fig. 4. **Zapfen der zur Dornfichte gehörigen Trauerfichte vom Stelliner Forst** (aus Conwentz 95).
Picea excelsa Link var. *acuminata* Beck lusus *pendula* Jacques et Hérinque.

Selten in Schweden: bei Skurugata in Småland und bei Upsala nach Nyman 96 ganz vereinzelt; häufig in Preussen (Kienitz 79, S. 23); sie scheint dort stellenweise herrschend zu sein,[1]) selten in Niederösterreich (Beck 90, S. 8). Fehlt nach den Abbildungen von Kihlmann (90, Taf. 14) völlig in Russisch Lappland, ebenso nach der Tafel XI von Berg 87 in Livland und

[1]) Nach Kienitz l. c. hatten laut Oberförster Kinnemann viele hundert Zapfen des Reviers Neu-Steruberg in der Forstinspektion Königsberg-Labian solche Schuppenformen.

nach der Abbildung von Schübeler (73—75, S. 158) um Christiania, wo nur Annäherungsformen vorkommen, wie auch in Finnland nach Blomqvist, Seite 76, Fig. 1. — Auch in der Schweiz ist sie weit seltener als *europaea*; es sind mir Exemplare von folgenden Standorten zu Gesicht gekommen: Ob Albinasca bei Airolo, 1450 m, an der Waldgrenze (Coaz); Bannwald ob Airolo, 1500 m (Coaz); auf dem Pass sur la Croix zwischen Ormonds-dessus und Bex, 1700 m (Coaz, siehe Fig. 3, Nr. 18); la grande Joux ob les Ponts im Neuenburger Jura, 1185 m (Coaz); Zürichberg bei Zürich (Schr., siehe Fig. 3, Nr. 16 u. 17); ob Lavey im Kanton Wallis (Wilczek).

Gewöhnlich werden die Zapfenvarietäten der Fichte in der Reihenfolge aufgezählt, wie sie in Europa ihrer Bedeutung nach aufeinanderfolgen: man beginnt mit der *europaea* und betrachtet die rundschuppigen Formen als abgeleitete.

Ich habe hier die umgekehrte Reihenfolge innegehalten, weil eine Reihe von Gründen es mir wahrscheinlich machen, dass unter den heute existierenden Formen der *Picea excelsa* die rundschuppigen die älteren sind, von denen sich die spitzschuppigen ableiten.[1])

Die Gründe, die dafür sprechen, sind folgende:

1. Der *obovata*-Typus überragt an Ausdehnung des Verbreitungsbezirkes und Massenentfaltung den europäischen weitaus.

Nicht nur hat er den gesamten asiatischen Verbreitungsbezirk der *Picea excelsa* Link inne, sondern er hat durch nahe Verwandte (P. *Morinda*) auch den Himalaya besiedelt und Japan besetzt (P. *polita* Carrière, *Picea Alcoquiana* Carrière).

Von diesem gewaltigen Gebiet rundschuppiger Formen erscheint der Verbreitungsbezirk der spitzschuppigen nur als ein kleiner, durch allmähliche Uebergänge verbundener Ausläufer.

2. Der *obovata*-Typus bewohnt denjenigen Bezirk der Gesamt-Art, der durch die Eiszeit am wenigsten in seiner ruhigen Fortentwicklung gestört war. Aus ihrem europäischen Verbreitungsbezirk war die Fichte mehrmals nahezu vollständig vertrieben.

3. Die an die *obovata* am engsten anschliessende Form Europas, die *fennica*, findet sich gerade in denjenigen Gebieten,

[1]) Ich ersah erst nachträglich, dass auch Koeppen 89 zu derselben Ansicht gelangt ist; auch Wettstein 91 hält eine Ableitung der *europaea* von einer rundschuppigen Form für wahrscheinlich.

welche klimatisch dem Hauptgebiet der Art in Sibirien am nächsten stehen (Norden und Gebirge Europas).

4. Im Gebiet der *obovata* scheint nach den vorliegenden Beobachtungen die Fichte am wenigsten variabel zu sein, während im Gebiet der *europaea* von allen Forschern die enorme Variabilität der Zapfen betont wird. Auch das spricht für das höhere Alter der *obovata*-Form.

Ich muss mich an dieser Stelle mit diesen kurzen Andeutungen begnügen. Eine definitive Entscheidung in dieser Frage lässt sich nur auf Grund einer umfassenden Monographie der *Omorika-* und *excelsa*-Gruppe und einer erneuten Untersuchung der fossilen Fichten treffen.

Ich verhehle mir keineswegs, dass die allerdings spärlichen fossilen Funde mit obiger Anschauung zum Teil in direktem Widerspruch stehen. Der älteste Rest von *Picea excelsa* aus dem Miocen Spitzbergens gehört nach der Abbildung der einzigen vorliegenden Schuppe (bei Heer, Flora fossilis arctica II, 3, Seite 41) zweifellos zum *europaea*-Typus; ebenso ein noch unbeschriebener Zapfen aus dem Oberpliocen von Castell'arquato in Piemont (gesammelt von Prof. Mayer-Eymar, geol. Samml. des eidgenöss. Polyt.), der in Fig. 5, Nr. 1 abgebildet ist.

Anderseits hat Ludwig (Palaeontographica VIII, 170) aus den Sphaerosideriten von Dernbach in der Wetterau (welche die nach Geyler oberpliocenen Braunkohlen überlagern) eine *Pinus Abies* L. var. *rotunde-squamosa* Ludw. mit 6—9 cm langen Zapfen beschrieben, die zu *obovata* oder *fennica* (oder *Omorika?*) gehört; derselbe Autor hat in den Wetterauer Braunkohlen (Oberpliocen) eine *Pinus Abies* L. var. *latesquamosa* Ludw. gefunden, die wohl aus zwei Formen besteht, einer kleinzapfigen, vollkommen rundschuppigen *obovata* (Taf. XIV, 5a oder Omorika?) und einer grosszapfigen *europaea* versus *fennica*. Es haben also schon vor der Eiszeit zwei Typen, ein rundschuppiger und ein ausgerandet-schuppiger, in Mitteleuropa existiert.

In der Diluvialperiode sind aus interglacialen Ablagerungen ebenfalls beide Typen bekannt und daneben noch eine Art aus der *Omorika*-Gruppe. Fliche (Comptes-rendus, Bd. 80, 1875, pag. 1235) beschreibt aus den Ligniten von Jarville bei Nancy

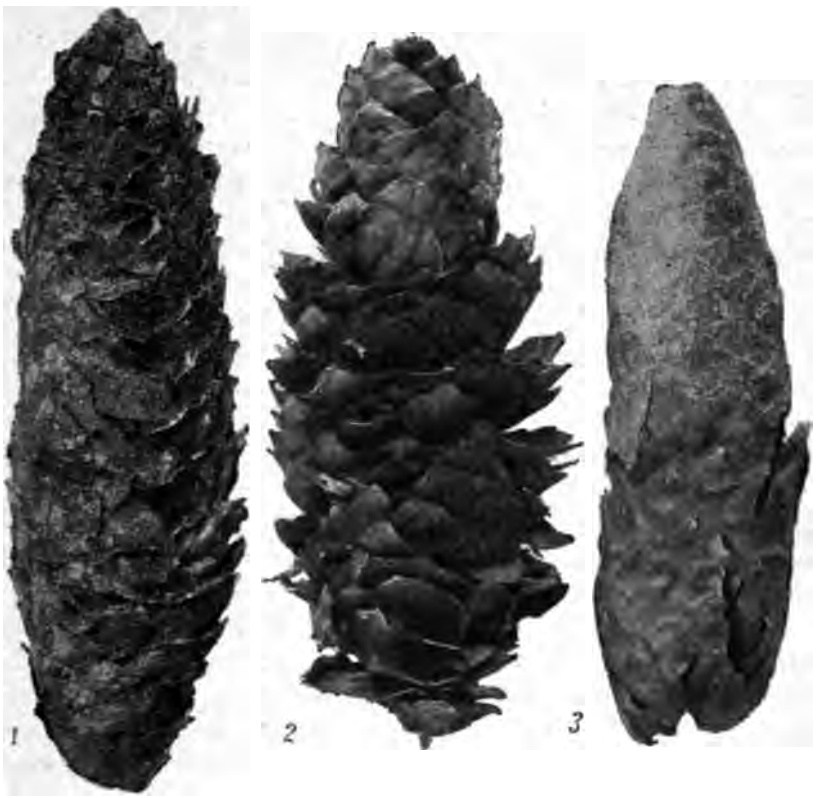


Fig. 5. **Fossile Fichtenzapfen, in natürlicher Grösse,**
aus der geologischen Sammlung des eidg. Polytechnikums.
Nr. 1: Aus dem Oberpliocen von Castell'arquato in Piemont, leg. Mayer-Eymar.
Nr. 2: Aus den interglacialen Schieferkohlen von Uznach (Schweiz).
Nr. 3: Aus den interglacialen Schieferkohlen von Mörschwyl (Schweiz).

Picea obovata und *medioxima*[1]). Unter 43 Fichtenzapfen aus den schweizerischen interglacialen Schieferkohlen von Uznach, Dürnten und Mörschwyl, aus der geologischen Sammlung des eidgenössischen Polytechnikums und aus dem St. Galler Museum, von Prof. Wartmann freundlichst mir zugeschickt, fand ich nur 6 mit

[1]) Ein von Fliche mir freundlichst zugesandter Zapfen aus Jarville liess leider keinen wohlerhaltenen Schuppenrand erkennen; ebensowenig war das der Fall bei einem reichlichen Material interglacialer Fichtenschuppen aus Schleswig-Holstein (Schulau), von Fischer-Benzon gesammelt und von Dr. Gottsche (Hamburger Museum) mir freundlichst zugeschickt.

wohlerhaltenen Schuppen; sie gehören alle zweifellos zum *europaea*-Typus (siehe Fig. 5, Nr. 2—4); ich kann daher der Ansicht Heers (Urwelt der Schweiz, 2. Aufl., pag. 519—520), dass die interglaciale Fichte der Schweiz zum *fennica*-Typus neige, nicht beipflichten. Nach freundlicher schriftlicher Mitteilung von Dr. Carl Weber (Bremen) kommen in dem interglacialen Lager von Lützen-Bornholt in Holstein beide Typen vor, *obovata* oder vielleicht eher *fennica* einerseits, *europaea* anderseits, in Honerdingen nur der letztere.

Nachdem durch Wettstein 91 und Weber 98 noch die Existenz eines zweiten rundschuppigen Typus, zur Gruppe der *Picea Omorika* Pançiç gehörig, in den interglacialen Ablagerungen von Aue im Erzgebirge und von Höttingen bei Innsbruck nachgewiesen wurde, ist eine kritische Nachuntersuchung der fossilen Fichtenreste zum dringenden Bedürfnis geworden, um die Beziehungen des *obovata*- zum *Omorika*-Typus klarzulegen und namentlich die zweifelhaft gewordene Frage nach dem ersten Auftreten der *obovata* zu klären.

Koeppen 89, Seite 539, vermutet, dass aus der arktisch-miocenen *europaea* zur Eiszeit die *obovata* hervorgegangen sei, die dann nach der Eiszeit in Europa einwanderte und dort von neuem die *europaea* ausgliederte, sodass also die miocene und die jetzige *europaea* in keinem direkten Zusammenhang stünden. Die sicher nachgewiesene interglaciale und praeglaciale Existenz des *europaea*-Typus in Mitteleuropa (sogar südlich der Alpen) zwingt uns, den Prozess der Ausgliederung der *europaea* aus der *obovata* in eine frühere Periode zu verlegen, und macht es wahrscheinlich, dass schon die miocene *europaea* aus einer noch nicht aufgefundenen *obovata* hervorgegangen ist.

II. Die Spielarten (Lusus) der Fichte.

Eine Spielart (lusus, aber der nicht scharfen Trennung wegen häufig auch als „Varietät" bezeichnet [1]) besteht aus der Gesamtheit derjenigen Individuen, welche durch erbliche Merkmale

[1]) Wettstein (l. c. und Monographie der Gattung *Euphrasia* Seite 3) bezeichnet die Spielart als „Form", welche Bezeichnung wir nach dem Vorgang Nägelis, Hackels u. a. für die nicht erbliche Standortsmodifikation verwenden.

von den übrigen derselben Art abweichen, nur in kleiner Individuenzahl vereinzelt und an weit getrennten Orten unter den „normalen" auftreten und meist nicht durch Uebergänge mit denselben verbunden sind.

Die Spielart ist auf dem Weg zur Art weiter zurück als die Abart. Das Hauptgewicht bei der Unterscheidung von Abart und Spielart muss auf die geringe Individuenzahl bei der letzteren gelegt werden. Die in der freien Natur auftretende Spielart verdankt ihre Entstehung einer sprungweisen Variation bei der Aussaat (Samenvariation) oder an einer Knospe (Knospenvariation). Daher ihr von der Hauptform oft so sehr verschiedenes Aussehen, ihre Isolierung und ihre durch starke Rückkreuzung geringe Vererbbarkeit.

Die meisten der Spielarten der Fichte sind auch schon als „Missbildungen" bezeichnet worden. Es ist eben schwer, wenn nicht unmöglich, die Spielarten gegen die Missbildung und die Krankheitserscheinung abzugrenzen (vergl. Goebel, Organographie 1898, S. 152 ff).

Für die phylogenetische Betrachtungsweise der Formen scheint mir die Frage massgebend, ob für die betreffende abweichende Form die Möglichkeit der Entwicklung zu einem selbständigen ausbreitungsfähigen Formenkreis vorliegt.

Für mehrere Spielarten ist es nachgewiesen, dass sie bei verschiedenen Zapfenvarietäten auftreten können; man könnte dieselben in dem Falle, wo sie durch häufigeres Auftreten und Uebergänge zum Typus sich dem Charakter einer Varietät nähern, als *Subvarietät* unter die betreffende Varietät subsummieren.

A. Nach dem Wuchse.

α. Spielarten, welche sich auf die Richtung der Zweige beziehen.

An der typischen Wuchsform der Fichte haben Aeste und Zweige folgende Richtung:

Die Primäräste stehen im obern Teil des Baumes nach oben, im mittlern horizontal, im untern sind sie mehr oder weniger schief abwärts gerichtet.

Die Sekundäräste stehen anfangs horizontal, später schief abwärts; zuletzt hängen sie senkrecht abwärts; ihre Verzweigung ist meist reichlich.

Die ganze Krone bildet also einen breiten Kegel.

Alle diese Stellungen erfahren nun bei gewissen Spielarten eine auffallende Steigerung.

1. **Picea excelsa** Link lusus **viminalis** (Alstroemer) Caspary 73. **Die Hängefichte.**

Pinus viminalis Sparrman bei Alstroemer (1777). *Pinus Abies* L. var. *procera* 1745 (Fl. suec. ed. I [1]). Bastard von *P. Abies* und *P. sylvestris* nach Linné (Flora sueccia ed. II 1755). *Pinus hybrida* Liljeblad 1792; rutenförmige Rottanne Bechsteins 21. *Pinus Abies* L. var. *pendula* Carrière.

Aeste ersten Grades sehr zahlreich, besonders im obern Teil, die untern fast wagrecht, jedoch ein wenig schief abwärts geneigt und mit der Spitze wieder ein wenig sich erhebend, die obern schief nach oben gerichtet. Die Aeste zweiten Grades auch zahlreich, sehr wenig verzweigt, sehr lang, bis 3 m (selten 6 m) schlaff und gerade hinunterhängend, wie Peitschenschnüre, sehr biegsam, drehrund, dünn. Die Nadeln desselben meist ringsherum abstehend.

Da bei den meisten alten Fichten die Sekundäräste hängen, worauf namentlich Berg 87 aufmerksam macht, muss das Hauptgewicht auf die grosse Länge und die geringe Verzweigung derselben gelegt werden. Alstroemer erwähnt Hängezweige von 3 m, Bechstein sogar solche von 6 m Länge.

Diese eigenartige Form ist bis jetzt von folgenden Orten nachgewiesen:

In Schweden an ca. 20 Standorten zwischen dem 57. und 64.° n. B.

In Norwegen ebenfalls an ca. 20 Standorten (Schübeler 73. 75).

In Livland zwei Bäume bei Dorpat (Berg 87).

In Ostpreussen im Gneisenauer Wäldchen bei Gerdauen (Caspary 78).

In Polen und der Umgebung von Dobrzyn (Zalewski nach Ascherson 97).

In Thüringen (Bechstein 21, Ascherson 97).

In Tirol und Niederösterreich (Wilhelm 87, Raimann 88, Beck 90).

In Steiermark bei Oberburg (Kocbek nach Ascherson 97).

---

[1]) Nach den strengen Gesetzen der Priorität müsste also die Spielart eigentlich *Picea excelsa* Link lusus *procera* (L) Casp. heissen. Da der Name *viminalis* aber seit mehr als 50 Jahren eingebürgert ist, kann man ihn nach den „Berliner Regeln" in Gültigkeit lassen.

In Kärnten bei Greifenburg (Pacher nach Ascherson 97).
In Krain z. B. Zwischenwässern (Voss nach Ascherson 97).
In der Schweiz: Eifischthal an der Strasse nach Vissoie jenseits der Pontis-Schlucht und Via mala (Schröter 97).

Die Erblichkeit, aber geringe Samenbeständigkeit dieser Form, ist durch Kultur erwiesen (Wilhelm 87).

Sie ist durch allmähliche Uebergänge mit der Normalform verbunden, die ja im höhern Alter meist auch hängende Sekundärzweige zeigt; man könnte sie deshalb auch als *Subvarietät* bezeichnen.

Dasselbe Merkmal, das die Hängefichte als Spielart charakterisiert, findet sich als ausgesprochener Art-Charakter bei der nordamerikanischen, im Jahre 1884 im Siskiyou-Gebirge in Nord-Californien entdeckten *Picea Breweriana* Watson. Sie wird von den Amerikanern als „Trauerfichte" bezeichnet; die 6—8′ langen, peitschenförmigen Hängezweige entspringen auch am Ende der Primäräste, was dem Baum einen ganz eigenartigen Charakter verleiht; im übrigen steht er unserer Fichte sehr nahe.

Weiter zu untersuchen ist die **„Zottelfichte"** der Vorarlberger, die **„Haselfichte"** der österreichischen Alpenländer, die **„Schindeltanne"** der Schweizer Aelpler. Uebereinstimmend wird angegeben (Willkomm 87, Hartmann, in K. 84, Schröter 97, Wilhelm in Hempel und Wilhelm 89), dass die Aelpler beim Aufsuchen des best spaltbaren Holzes und des besten Holzes für Resonanzböden die „Zottelfichten" mit lang herabhängenden Sekundärzweigen aussuchen. Es existiert, wie ich zu Dutzenden von Malen beobachtet habe (ebenso Wilhelm 89, S. 60), in den Alpen thatsächlich ein Unterschied zwischen gewöhnlichen Fichten und Zottelfichten; oft zeigen nebeneinanderstehende gleichaltrige Bäume einen frappanten Unterschied in der Richtung der Sekundärzweige; beim einen sind sie steif, reich verzweigt, schief abwärts gerichtet, beim andern schlaff herabhängend, schwächer verzweigt und etwas länger, ohne aber den Typus der echten Hängefichte zu erreichen.

Ob diese Zwischenform zwischen normaler Fichte und Hängefichte wirklich konstant mit dem eigenartigen Holzbau der Haselfichten zusammentrifft, muss weitern Untersuchungen zur Feststellung überlassen bleiben (siehe weiter unten).

2. **Picea excelsa** Link lusus **pendula** Jacques und Hérincq 57. **Die Trauerfichte.** (Fig. 6—9).

Sie ist dadurch charakterisiert, dass die meist auffallend dünnen Haupt- und Nebenäste hängen und dem Stamm dicht anliegen, wodurch die meist tief herabreichende Krone säulenförmig wird. Der hängende Zustand der Aeste reicht immer über die halbe Höhe des Baumes hinauf. Die Aeste letzter Ordnung können aber wieder horizontal ausgebreitet sein.

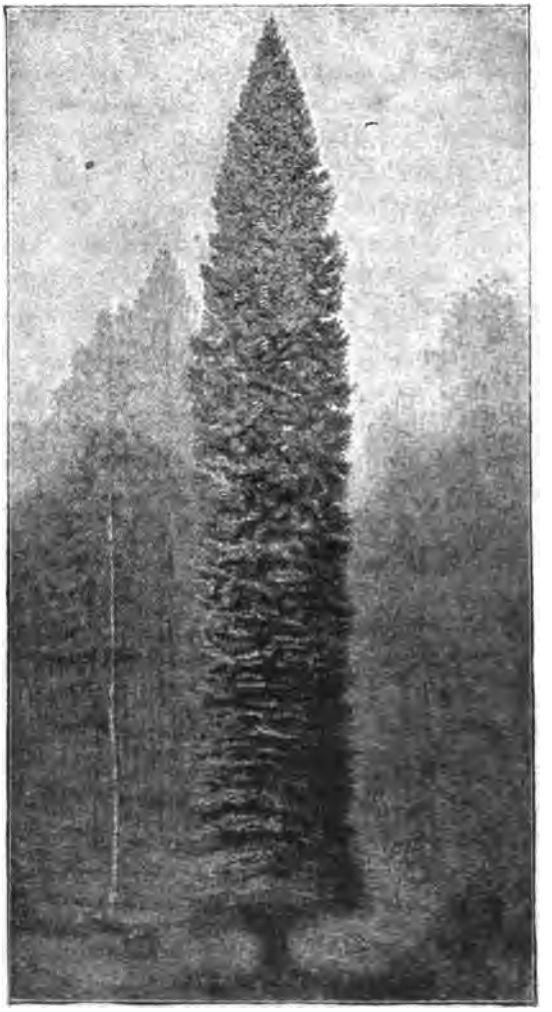


Fig. 6. **Trauerfichte.**
Picea excelsa Link, lusus *pendula* Jacques et Hérincq.
Aus dem Stelliner Forst, Landkreis Elbing, Westpreussen.
(Aus der „Naturw. Wochenschrift", Redakt. Dr. Potonié, Verkleinerung einer Tafel aus Conwentz 95).

Fig. 7. **Trauerfichte.**
Picea excelsa Link, lusus ***pendula*** Jacques et Hérincq.

Von Jegotlen, Kreis Heilsberg, Ostpreussen.
(Aus Conwentz 95.)

Conwentz 95 hat dieser Form ein eingehendes Studium gewidmet. Er beschreibt die vier damals einzig bekannten wildgewachsenen Bäume, unsere Figuren 6—9, von Prof. Conwentz und Dr. Potonié mir freundlichst zur Reproduktion überlassen. Es ist diese Form jetzt von folgenden Orten bekannt:

Westpreussen, ein Baum im Stelliner Forst, Kreis Elbing. (Fig. 6.)

Ostpreussen, ein Baum im Bauernwald bei Jegothen. (Fig. 7.)

Auf dem Harz bei Schierke (zwei Bäume), Fig. 8 u. 9, diese vier bei Conwentz 95.

Uebersehen hat Conwentz die Beschreibung einer Trauerfichte von Kraemer 41. In einem Bergwald bei Glashütten bei Bad Kreuth in Ober-

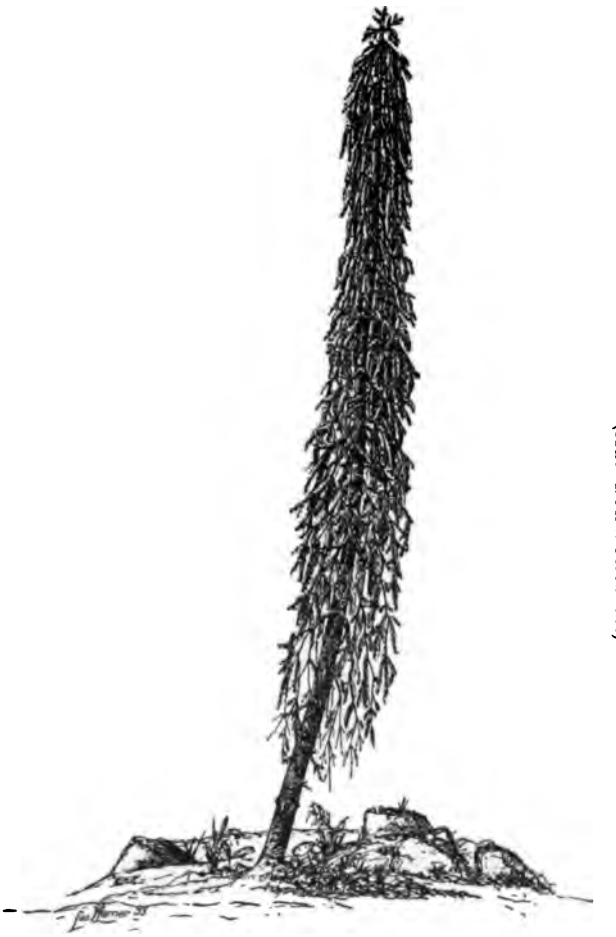


Fig. 8. **Trauerfichte.**
Picea excelsa Link, lusus *pendula* Jacques et Hérincq.
Von Quitschenhäu, Revier Schierke, im Harz.
(Aus Conwentz 95.)

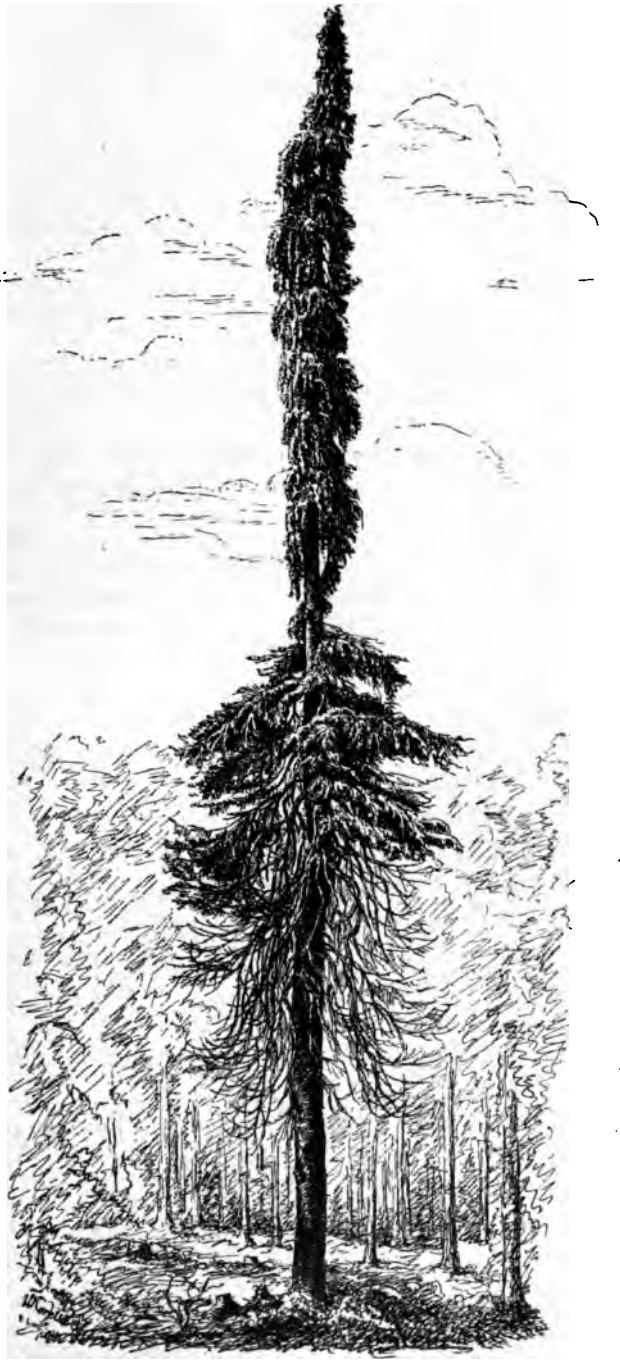


Fig. 9. **Trauerfichte** (dichotyp).
Picea excelsa Link, lusus *pendula* Jacques et Hérincq.

Von Königsberg, Revier Schierke, im Harz.
(Aus Conwentz 95.)

bayern fand Kraemer eine Fichte mit lauter dünnen, herabhängenden Aesten, 60—70′ hoch; die Krone besass am Grunde kaum 4—5 m Durchmesser; der Stamm war stark drehwüchsig, der Gesamthabitus cypressenähnlich. Nach dieser Beschreibung muss der Baum ungefähr der Abbildung der Trauerfichte von Quitschenhäu im Harz bei Conwentz (unsere Fig. 8) entsprochen haben, der die Hängeform aller Aeste und Zweige in extremster Weise zeigt.

Ferner scheint in Nord-Ungarn bei Lentschau im Komitat Zips eine Trauerfichte zu existieren, nach einem Citat aus einer ungarischen Zeitschrift (Schilbersky 92).

Auch die schmalcylindrische Fichte in der Bukowina (polit. Bezirk Radautz, Gemeinde Ploska), welche in der „Oesterr. Forst- und Jagdzeitung" 1897, Seite 356, abgebildet ist, scheint hieher zu gehören.

Eine Bleistiftskizze einer sehr merkwürdigen Trauerfichte erhielt ich während des Druckes dieser Arbeit durch die Freundlichkeit des Entdeckers, Herrn Pfarrer Axel Torssander in Wardinge (Schweden). Der Baum steht bei Strafsjö, Gemeinde Kila in Södermanland. Die Primäräste sind schlaff herabhängend bis zum Boden, die Krone schmal cylindrisch. Im untern Drittel des Baumes aber entspringen mitten zwischen den Hängeästen einige horizontale bis steil aufgerichtete, stark entwickelte Aeste, die wie kleine Tännchen dem Stamm aufgesetzt sind. Ob ein früherer Gipfelverlust die Bildung dieser aufgerichteten Aeste veranlasste, oder ob ein Fall von Knospenvariation vorliegt, müsste eine nähere Untersuchung zeigen. Nach Torssander sollen dieser und ein von Th. Fries 90, S. 257, erwähnter, 1889 zerstörter Baum die einzigen aus Schweden bekannten Trauerfichten sein.

Ueber das Vorkommen der Trauerfichte in der Schweiz erhielt ich von Herrn Dr. Fankhauser (Bern) folgende wertvollen schriftlichen Mitteilungen:

„Ein Prachtsexemplar dieser Art, ohne alle normalen Aeste, soll bis vor wenigen Jahren im Eifischthal im *Ban de Vercorin* vorgekommen sein. Dasselbe, als „Roi des sapins" bezeichnet, war ca. 40 m hoch, in Brusthöhe 70—80 cm stark und trug nur feine stark hängende Reiser mit kurzen Nadeln. Das Astwerk bildete ein dichtes Gestrüpp, welches zu unterst keine 3 m Durchmesser besass und dem Baum die Form einer sehr schlanken Pyramide verlieh. Leider ging der Stamm im Sommer 1894 aus nicht bekannter Ursache ein.

„Eine eigentliche Trauerfichte habe ich letzten Herbst bei St. Luc ebenfalls im Eifischthal gesehen, im Wald *Gozan d'en haut*, an einem mässig steilen Westhang, in einem einstigen Kahlschlag, ca. 2100 m ü. M. Der betreffende Baum, ca. 12 m hoch und in Brusthöhe 35—40 cm stark, teilt sich bei ca. 4 m in zwei Gipfel, die sich punkto Beastung ziemlich gleich verhalten. Ob-

wohl ganz frei stehend, ist der Baum sehr ungleichmässig entwickelt. Auf der Nordseite sind die Aeste ziemlich in der ganzen Höhe des Stammes verkürzt und stark hängend. Auf der Südseite dagegen trägt er nur in der Mitte solche Aeste, während der untere Teil der Krone und noch mehr der oberste Gipfel ganz normal ausgebildet sind.

„Eine weitere Fichte mit verkürzten Aesten (vielleicht eher lus. *columnaris?* Schr.) soll, wie mir gesagt wurde, in der Alp Rothenstein, Gemeinde Stein, Toggenburg, vorkommen, bei ca. 1340 m Meereshöhe. Der Baum, am Rande eines kleinen Horstes stehend, besitzt ca. 11 m Höhe und 22 cm Brusthöhendurchmesser. Der Durchmesser der Krone betrage bei 1,3 m über dem Boden 2 m, bei 3,5 m Höhe 0,8 m."

Im ganzen sind also bis jetzt wildwachsend in Europa 12 Exemplare mit Trauerfichtencharakter bekannt, 5 in Deutschland, 1 in Ungarn, 1 in der Bukowina, 2 in Schweden und 3 in der Schweiz; 6 davon stehen im Gebirge (Harz, Tatra und Alpen).

Bei zwei derselben (der „Königstanne" von Schierke im Harz und dem Exemplar von St. Luc im Eifischthal) trägt der Baum zum Teil normalen Charakter und findet eine plötzliche morphologische Umstimmung der Hauptknospe statt.

Zapfen sind von den drei in Fig. 6, 7 und 9 abgebildeten Trauerfichten bekannt. Darnach gehört die Stelliner Trauerfichte zur var. *acuminata* Beck (siehe Fig. 4); die beiden andern haben gerundete Schuppen und wären wohl zur var. *fennica* Regel zu rechnen.

Aussaatversuche wurden bei dem in Fig. 7 abgebildeten Baume gemacht. Von ca. 12 Nachkommen zeigt nur ein 18jähriger eine Tendenz, zur *pendula*-Form überzugehen; die andern, zum Teil 30jährig, sind ganz normal (Conwentz 95, Seite 149—150).

Uebergangsformen zur gewöhnlichen Fichte finden sich auch hier. Jede ältere Fichte hat mehrweniger gesenkte untere Primäräste; es giebt aber in den Alpen Bäume, wo die Abwärtskrümmung der Aeste auch weiter hinaufreicht, die Aeste von ihrem Ursprung an unter scharfem Winkel sich abwärts krümmen, aber dabei die normale Dicke und Verzweigung besitzen. Solche Formen finden sich oft neben normalen, zum Beweis, dass hier

eine angeborene Differenz, kein Standortseinfluss vorliegt. Ich habe diese Uebergangs-Form „Beugefichte" genannt (95, Seite 213, Fig. 29).

3. **Picea excelsa** Link, lusus **erecta** Schröter (= *P. e.* Lk. var. *pyramidalis* Carrière, ebenso Berg 87). **Die Vertikalfichte.**

Bei dieser Form, die von Berg (87) einmal in Livland gefunden wurde, von Carrière als Gartenform beschrieben wird, wenden sich die Primäräste vom Grunde an steil nach oben (Berg 87, S. 17, Taf. VI).

Beissner 96 macht sehr mit Recht darauf aufmerksam, dass die Bezeichnung „pyramidal" für solche mit lauter aufstrebenden Aesten versehene Formen, die meist säulenförmig werden, eine verfehlte ist. Ich schlage deshalb, da der Name „Säulenfichte" schon für eine Säulenform ganz anderer Entstehung vergeben ist, hier den Namen „Vertikalfichte" vor und ersetze den Namen pyramidalis durch erecta.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass diejenigen Kandelaberfichten, deren Hauptstamm völlig unverletzt ist, wenigstens zum Teil hiehergehören. So namentlich die vielwipflige Fichte von Luisenthal in Thüringen (siehe unten Fig. 35), von der auch Thomas 98 diese Entstehung vermutet.

β) Spielarten, welche durch Knospenverkümmerung entstehen: Verzweigungsarme (oligoclade) Formen.

4. **Picea excelsa** Link, lusus **virgata** (Jacques) Caspary (73). **Die Schlangenfichte.** Fig. 10—14.

Abies excelsa var. *virgata* Jacques 53. *Picea excelsa* Lk. v. *denudata* Carrière (nach Berg 87).

Die Aeste erster Ordnung spärlich und meist nicht in Quirlen, verlängert, gerade oder drehwüchsig oder schlangenförmig gekrümmt, gar nicht oder spärlich verzweigt. Nadeln rings herum abstehend, lang (bis 26 mm) oder kürzer als die der gewöhnlichen Fichte, die starken oft nach aussen zurückgekrümmt, bis zum 10., selten 12. Jahr sitzen bleibend.

Die erste, bisher übersehene Nachricht über eine Schlangenfichte findet sich in der „Allgemeinen Forst- und Jagdzeitung" vom Jahr 1833 in dem Aufsatze von v. Berg „Beschreibung einer Varietät der Fichte". Das Exemplar stand am Exberge im Lauten-

thaler Oberforst im Harz, war zweigipflig und zeigte alle Charaktere der Schlangenfichte.

Die weitere Litteratur findet sich unten angegeben.

Die Schlangenfichte scheint weit häufiger zu sein als die Hängefichte.

In Norwegen fand Schübeler sie an 17 Lokalitäten von $59^1/_2{}^0$—$61^1/_2{}^0$. Nordbreite.

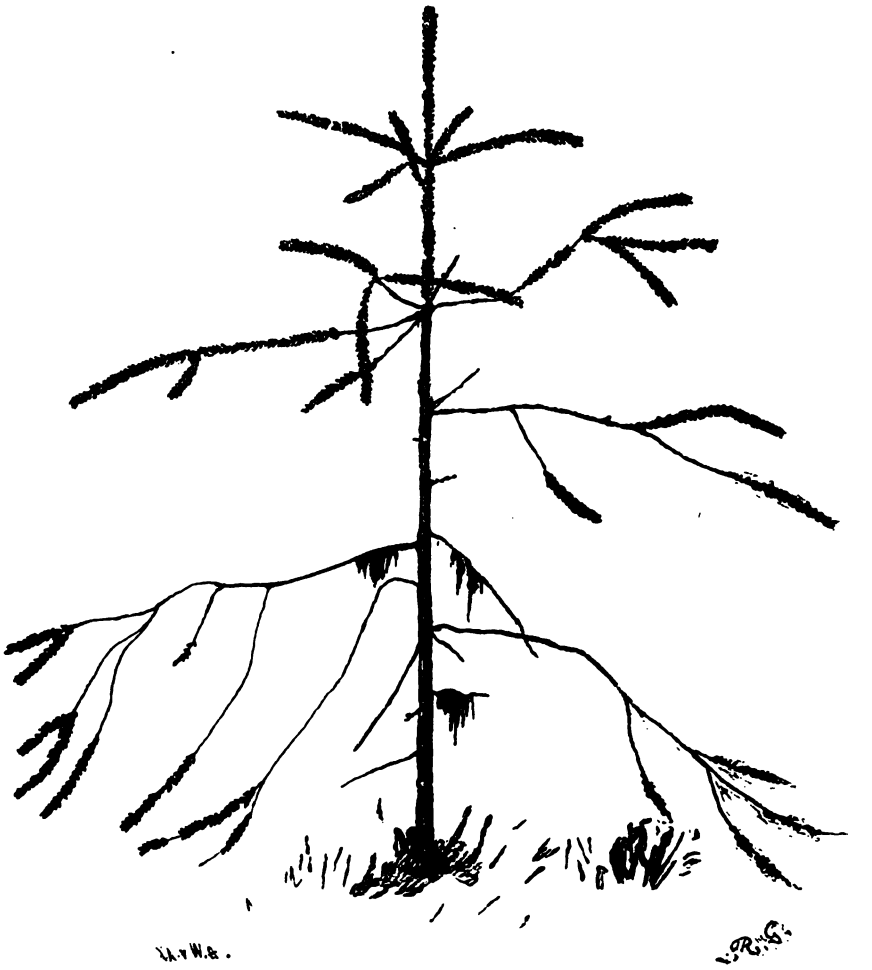


Fig. 10. **Schlangenfichte.**

Picea excelsa Lk., lusus *virgata* (Jacques) Casp.

Von Hykkilae in Finnland (ca. 7′ hoch).

(Aus Blomqvist 83).

In Schweden tritt sie nach demselben Autor hin und wieder zwischen dem 58. und 63.° Nordbreite ein.

Fig. 11. **Schlangenfichte.**
Picea excelsa Lk., lusus *virgata* (Jacques) Casp.
Aus Mähren (Revier Krönau, Forstamt Trübau).
Ca. 430—440 m ü. M. — Ca. 7 m hoch, 30—35 Jahre alt.
(Aus d. „Oesterr. Forst- u. Jagdzeitung" 1888.)

In Finnland fand Berg 87, Taf. I, drei Exemplare bei Moisio; Blomqvist 83 bildet eines von Hykkilae ab (siehe unsere Fig. 10).

In Livland fand Berg sieben Exemplare bei Dorpat, darunter ein besonders typisches im Gute Könhof, abgebildet l. c. Taf. II.

In Kurland ein Exemplar (Berg 87).

In Russland ein Exemplar (Berg 87).

In Deutschland in Ostpreussen, Schlesien, Harz, Thüringen, Württemberg (Ascherson 97), Elsass (Hallbauer 91).

Fig. 12. **Schlangenfichte.**
Picea excelsa Lk., lusus *virgata* Casp.
Von Buttes im Neuenburger Jura; ein primärer Seitenast, verkleinert.

In Polen und Tirol (Ascherson 97).

In Böhmen (John 53, Caspary 73, Goeppert 68 u. 76) scheint sie besonders häufig zu sein; von dort her stammt auch der Name „Schlangenfichte", namentlich bei Winterberg im Böhmerwalde, teils in einzelnen Stämmen, teils in Gruppen. Viele haben wurzelnde Basaläste und Doppelgipfel; bei einer ist ein Sekundärwipfel wieder normalästig.

Aus Mähren wird ein Exemplar (Plössl 88) beschrieben (siehe Fig. 11).

Fig. 13. **Schlangenfichte.**
Picea excelsa Lk., lusus *virgata* Casp.
Von Buttes im Neuenburger Jura. Endstück des Astes von Fig. 12 in natürlicher Grösse.

Aus der Schweiz (Schröter 97) sind bis jetzt folgende Exemplare bekannt:

1. Ein Exemplar bei Buttes, Kanton Neuenburg, bei 900 m ü. M., im Bois de Ban, am Nordhang, in einem mit Fichten durchsetzten jungen Buchenbestand, auf einer grobsteinigen Schutthalde. Das Bäumchen ist eine dreistämmige Garbenfichte (wahrscheinlich in der Jugend verbissen) von ca. 12—13 m Höhe und ca. 40jährig.

Die Primär-Zweige sind sehr lang, stehen in Quirlen, horizontal abstehend, am Ende schwach aufstrebend, sehr wenig verzweigt. Ein Primär-Zweig z. B., der 2 m über dem Boden entspringt, ist 4 m 90 lang und auf einer Strecke von 1 m ganz ohne Verzweigung. Ein Primär-Zweig hat sich ganz normal entwickelt (Rückschlag durch Knospenvariation!)

Am Zweigknoten von 1892/93, am Haupttrieb, hat sich 1894 eine Knospe entwickelt; alle Wirtelknospen von 1888/89 sind verkümmert. (Uebergang zur var. *monstrosa!*)

Der Baum wurde von Herrn Oberförster Biolley entdeckt; die HH. Moreillon und Pillichody haben mir obige Beobachtungen freundlichst mitgeteilt, der letztere mir ausserdem eine Photographie und einen Primär-Zweig gesandt. In Fig. 12 ist derselbe in toto abgebildet, in Fig. 13 seine Spitze in natürlicher Grösse. Die Benadelung ist von einer prachtvollen Ueppigkeit; der Zweig macht mit dem kräftigen Rotbraun des Triebes und dem dunkeln Grün der reichen Benadelung einen wunderschönen Eindruck.

Die Nadeln sind bis 26 mm lang, 1,5 mm breit und 1 mm dick.

Die rosenkranzförmige Einschnürung zwischen den Jahrestrieben ist sehr deutlich.

2. Ein Exemplar auf dem Chaumont, Kt. Neuenburg, „au pré Luizet"; unten normal gewachsen, zeigt es oben einen Haupttrieb ohne Verzweigung (Moreillon, schriftl. Mitt., vielleicht *monstrosa* Carrière von Loudon).

3. Bei Lignières im Kanton Neuenburg in einer 20jährigen Fichtenpflanzung ein Exemplar (Moreillon, schriftl. Mitt.)

4. Sieben Exemplare auf dem „Plan de la Vaux", zwischen Mauborget (Kt. Waadt) und Môtier (Kt. Neuenburg) bei ca. 1250 m Meereshöhe, darunter eines, bei welchem nur der Gipfel den *virgata*-Typus zeigt. (Moreillon, schriftl. Mitt.)

5. Im waadtländischen Staatswald von Bonmont oberhalb Nyon existierte vor 15—20 Jahren eine jetzt gefällte Schlangenfichte. (Moreillon, schriftl. Mitt.)

6. „Ein achtjähriges Exemplar findet sich in einer Pflanzung im Walde von „Sur Chamby" in der Gemeinde Châtelard (Montreux, Kt. Waadt). Die Primäräste sind nicht verzweigt. Leider ist der Gipfel von jemand abgeschnitten worden." (Schriftliche Mitteilung von Hrn. Puenzieux.) Nach der Photographie zu urteilen, ist das Exemplar sehr typisch.

7. In der Genossenschaftswaldung in Benken bei Kaltbrunn, Kt. St. Gallen, in Südlage auf flachgründigem Boden; sie ist 10 m hoch und ca. 25 Jahre alt; Primäräste und Quirlen, mit wenigen Verzweigungen. (Oberförster Schnider, Beschreibung von Kreisförster Brunner, schriftl. Mitt.)

8. Im St. Gallischen Staatswald Hohrain bei Utzwyl entdeckte Hr. Badoux, Assistent an der eidgenössischen Centralanstalt für forstliches Versuchswesen, eine hübsche Schlangenfichte von ca. $3^1/_2$ m Höhe. (Schriftl. Mitt. vom 24. III. 1898.)

9. „Ein hübsches, doch noch junges Exemplar der var. *virgata* habe ich vor einigen Jahren im Bezirk Einsiedeln, Kanton Schwyz, im Einzugsgebiet des Steinbachs, getroffen." (Gefl. schriftl. Mitteilung des Herrn Dr. Fankhauser in Bern.)

10. In einer ca. 30jährigen Fichtenpflanzung in den Winterthurer Stadtwaldungen auf dem Limberg zeigte mir Herr Forstmeister Max Siber ein an der Dachsstrasse stehendes, ca. 10 m hohes Exemplar einer nicht ganz typischen Schlangenfichte.

11. Im Breiteholz auf dem Eschenberg bei Winterthur besichtigte ich ebenfalls unter Führung von Hrn. Siber eine ca. 15jährige, ca. 5 m hohe Fichte, die nur in den vier obersten Jahrestrieben eine Annäherung an den *virgata*-Typus zeigte, durch üppige Benadelung und geringere Verzweigung.

Es sind also im ganzen 17 Exemplare von Schlangenfichten an zehn Standorten aus der Schweiz bekannt, aus den Kantonen Waadt, Neuenburg, St. Gallen, Schwyz und Zürich. Alle befinden sich im Gebirge, im Jura oder in den Voralpen, mit Ausnahme der Winterthurer Exemplare.

Aus den vorstehenden Angaben ist ersichtlich, dass die Schlangenfichte in sehr mannigfaltiger Form auftritt. Es stellen dieselben dar:

Uebergänge zur Normalform durch Bildung von Quirlästen und etwas reichlichere Verzweigung.

„Dichotype" Fälle mit Vereinigung der Normalform und des *virgata*-Typus an derselben Achse. (Bergs Exemplar in Finnland, Moreillons Exemplar des Plan de Vaux, Sibers Exemplar vom Eschenberg bei Winterthur.)

Dichotype Fälle mit Rückschlag an seitlichen Knospen (die Winterberger Schlangenfichte mit normalem Sekundärwipfel und die Biolley'sche Schlangenfichte von Buttes mit einem normalen Seitenast).

In einigen Fällen tritt die Schlangenfichte horstweise auf (im Böhmerwalde und im Plan de Vaux). Durch dieses Verhalten und durch die Uebergänge zur Hauptform, die wohl nicht alle aus Bastardbestäubung hervorgegangen waren, nähert sich diese Spielart dem Range einer Varietät.

Ihre Eigenschaft ist erblich; Schübeler (siehe Berg 87, S. 14) hat aus sechs Samen einer Schlangenfichte drei normale und drei Schlangenfichten erhalten. Fructificierende Exemplare werden einige aus Böhmen erwähnt (Caspary 76, S. 121) und aus Livland (Berg 87, S. 12); den Schuppen nach gehören sie zur häufigsten Form mit abgestumpftem, fein gezahntem Ende *(var. europaea)*. Die Zapfenschuppen zeigten dagegen ein aufgesetztes kurzes Spitzchen bei einer *virgata* aus dem Böhmerwald.

Ausser zur Normalform zeigt die Schlangenfichte noch Uebergänge

a) zur Hängefichte: Blomqvist (83, S. 78) bildet ein Bäumchen ab, dessen wenig verzweigte, dicht beieinander am Stamm entspringende Primäräste senkrecht wie Schnüre am Stamm herabhängen. (Siehe Fig. 14.)

Die Angaben von Dr. Hell in Koch (Dendrol 1875, S. 366) scheinen auch hieher zu gehören, sind aber zu unbestimmt, um eine genaue Deutung zuzulassen.

b) Zur Trauerfichte: Bergs Schlangenfichte von Hellenorum bei Dorpat zeigte im untern Teil der Primäräste reichlich herabhängende Seitenzweige; dasselbe Exemplar zeigte durch Auflösung der Hauptachse in zehn büschelförmig beieinanderstehende Triebe einen Uebergang zur Kugelfichte.

c) Zur astlosen Fichte (var. *monstrosa*), indem im obern Teil der Pflanze auch die Hauptäste fehlen; so bei Exemplar Nr 2; siehe auch unter lusus *monstrosa*.

Es ist auffallend, dass die meisten der bis jetzt beschriebenen Schlangenfichten relativ junge Exemplare sind; die 40jährige von Buttes und die 60jährige von Hellenorum (Berg 87) sind die

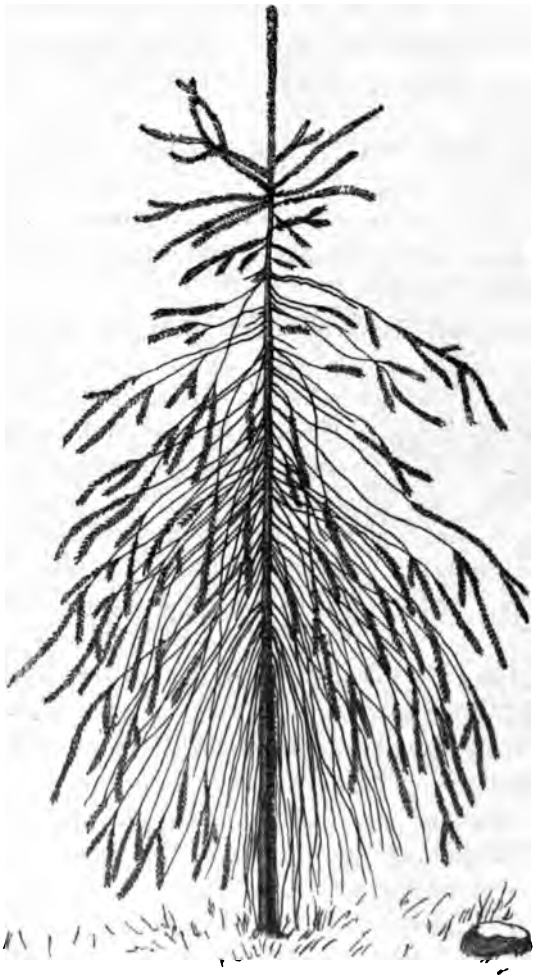


Fig. 14. **Schlangenfichte mit Uebergangsform zur Trauerfichte, in Tammela in Finnland.** *Picea excelsa* Lk., lusus *virgata* Casp.
(Aus Blomqvist 83, Seite 78.)

Fig. 15. **Schlangentanne.**
Abies pectinata DC. lusus *virgata* Casp.
Von Fleurier im Neuenburger Jura.
(Nach einer Photographie von Hrn. Pillichody.)

ältesten. Entweder gehen die meisten bald ein, oder sie verlieren mit dem Alter ihren Charakter mehr und mehr.

Ferner zeigt die Schlangenfichte Neigung zur Vielgipfligkeit und zum Einwurzeln der Basaläste; letzteres wird namentlich vom Böhmerwald berichtet. (Caspary 76, S. 126.)

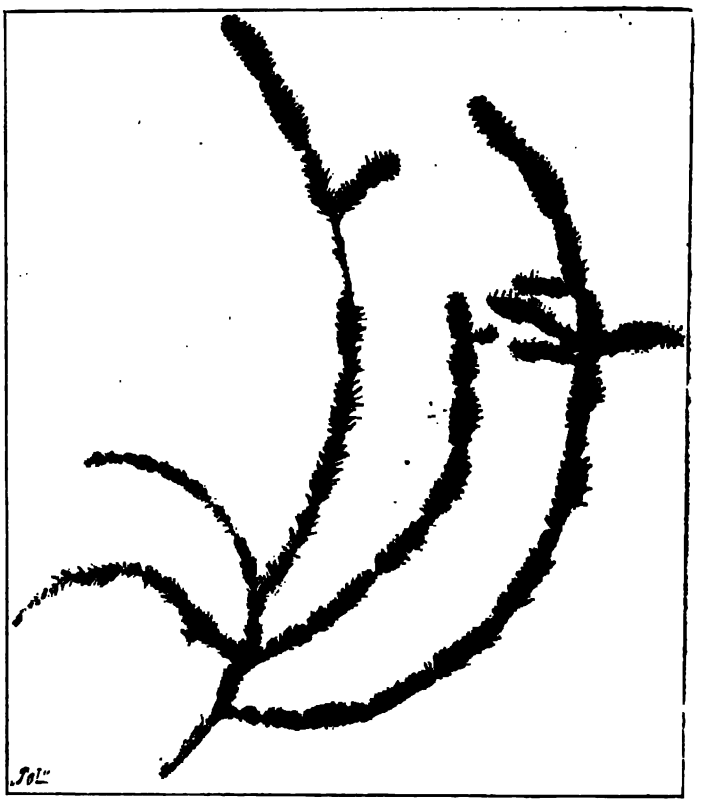


Fig. 16. **Primär-Ast der in Fig. 15 abgebildeten Schlangentanne von Fleurier.**

Es mag hier noch anhangsweise auf eine analoge Form der Weisstanne hingewiesen werden, die Schlangentanne, ***Abies pectinata*** DC. lusus ***virgata*** Caspary, die allerdings weit seltener ist als die Schlangenfichte. Es waren bis vor kurzem erst drei Exemplare in Europa bekannt, zwei im Elsass und eines im Böhmerwald (Caspary 82, Ascherson und Graebner 97).

Ein viertes Exemplar wurde vor kurzem im Neuenburger Jura entdeckt. (Siehe Fig. 15—17.) Hr. Pillichody, Förster in Couvet, Kt. Neuenburg, schreibt mir darüber unterm 8. III. 1897:

Fig. 17. Jahrestrieb des in Fig. 16 abgebildeten Astes der Schlangentanne von Fleurier.

„Die von Herrn Oberförter Biolley entdeckte Schlangentanne steht am „Pré Guillaume", östlich vom „Beauregard", bei Fleurier im Neuenburger Jura, am Nordhang, auf gutem, frischem, wenn auch etwas steinigem Waldboden, ca. 1100 m ü. M., in einer gleichaltrigen, 20jährigen, natürlichen Tannenverjüngung. Das Exemplar ist 7 m hoch und am Fuss 10 cm stark, gesund und kräftig, mit langen Gipfeltrieben. Die Verzweigung fehlt nicht ganz, aber sie ist sehr schwach. Eine Anzahl von Primärästen richten sich am Ende gipfelähnlich auf und sind dort ringsherum gleichmässig benadelt, nicht kammförmig."

In Fig. 16 ist ein uns von Hrn. Pillichody zugesandter Zweig abgebildet, in Fig. 17 ein Jahrestrieb desselben in natürlicher Grösse.

Der Primärast hat in 14 Jahren nur fünf Aeste an drei Knoten getrieben. Der unterste Sekundärzweig hat auf 12 Jahre nur zwei Verzweigungsstellen mit vier tertiären Zweigen etc. Die Triebe erscheinen an den Jahresgrenzen stark eingeschnürt, weil hier die Nadellänge bedeutend abnimmt. Die Nadeln erreichen an dem rings herum benadelten, gipfelartig aufgerichteten Ende des Primärastes eine Länge von bis 21 mm, an dem kammartig benadelten Sekundärast 21—39 mm Länge (die Norm ist bis 30 mm!)

5. **Picea excelsa** Link, lusus **monstrosa** Loudon 1838. **Die astlose Fichte** (*aclada* Salvi, Flora 1844, pag. 519, *monocaulis* Nördlinger nach Willkomm, Forstl. Flora, 2. Aufl., 1886, auch Ascherson und Graebner 1897). — Siehe unsere Figur 18.

Hier hat die Knospenverkümmerung das Maximum erreicht: Die ganze Pflanze stellt einen vollkommen astlosen Spiess ohne irgend welche Verzweigung vor, der an Stelle der Astquirle nur eine verdickte Stelle trägt; die Nadeln sind bis 34 mm lang und bleiben lange sitzen.

Die erste Nachricht über diese merkwürdige Spielart verdanken wir Loudon 1838. Er sagt Band IV, Seite 2295, von seiner *monstrosa:* „Sie hat dickere Triebe und Blätter als die Art, und man sagt, dass sie nie Seitentriebe mache. Die Pflanze im Garten der Gartenbaugesellschaft (von Chiswich) besteht aus einem einzigen aufrechten, unnatürlich aussehenden, dicken Trieb, 3′ lang und dicht mit Nadeln besetzt."

Carrière 55, Seite 248, hat dann willkürlich den Namen *monstrosa* auf schwach verzweigte Formen übertragen; Caspary 73, Hempel und Wilhelm 79, Ascherson und Graebner 97 sind ihm hierin gefolgt und haben für die ganz astlose Form den Nördlinger'schen Namen adoptiert. Nach den Gesetzen der Priorität müssen wir die astlose Form *monstrosa* Loudon nennen.

Im wilden Zustand wurde sie von dem Gärtner Salvi gefunden, der an der italienischen Naturforscherversammlung in

Padua im September 1842 eine 32jährige Fichte vorwies, ca. 5' hoch, vollkommen astlos. Der Fundort ist nicht angegeben. (Siehe Salvi 44; er nannte sie *aclada*, da er die *monstrosa* Loudon nicht kannte.) Woher sie stammte, giebt er nicht an.

Offenbar kamen zwei Exemplare der von Salvi entdeckten astlosen Fichten auf die Isola Bella im Langensee, wie aus folgendem Briefe des dortigen Obergärtners Alessandra Pirotta an den Verfasser hervorgeht:

„Auf Isola Bella waren 2 Exemplare von *Picea excelsa monocaulis* in Kultur. Das erste wurde in *Vicenza* von dem Etablissement Salvi gekauft; damals waren dort 4 identische Exemplare, die auf den *Euganëischen Bergen* gefunden worden waren, ich glaube zwischen 1840 und 1845. Dieses erste Exemplar ging vor 12 Jahren zu Grunde.

Das jetzt noch vorhandene Exemplar wächst viel kräftiger (Jahrestriebe bis 35 cm lang, beim ersten höchstens 20 cm); es ist ca. 5 m 80 cm hoch (das erste war 5 m hoch), der Stammumfang bei beiden ca. 5 cm.

Keines von beiden hat je Zapfen oder männliche Blüten getragen."

Wir ersehen aus diesem Brief, dass die von Salvi erwähnte Fichte von den Euganëischen Hügeln stammte, dem südlichsten Standort der Fichte in Italien. Die Nadeln, die mir Herr Pirotta schickte, sind ausserordentlich üppig; sie zeigen eine Länge von 22—34 mm, eine Breite bis 3 mm und eine Dicke von 2 mm (siehe unten Fig. 27, Nr. 17 und 18). Sie werden also an Länge nur übertroffen durch die 35 mm langen Nadeln von Berg's var. *denudata*, einer astarmen, mit *monstrosa* verwandten Form.

Durch freundliche Vermittlung des Herrn Pirotta erhielt ich vom Herrn Grafen Borromeo in Mailand zwei Photographien des ersten, jetzt abgestorbenen Exemplars der Isola bella. Die eine zeigt die ganze Pflanze, einen völlig astlosen, ca. 3 m hohen Spiess, mit deutlich abgesetzten Jahrestrieben (siehe Fig. 18). Die andere zeigt die Gipfelregion mit den äusserst kräftigen Nadeln.

Die astlose Fichte ist bis jetzt von folgenden Standorten wildwachsend bekannt:

1. In Italien auf den Euganëischen Bergen (4 Exemplare, Salvi 1842; davon 2 Exemplare kultiviert auf Isola bella, von denen eines abgegangen ist.)
2. Im Grossherzogtum Baden bei Stockach durch natürlichen Anflug angesät, ein 1,4 m hohes, 5 Jahre altes Exemplar (Gutmann 95, man vergleiche die dortigen Bemerkungen Baurs über künstliche, durch Ausbrechen von den Seitenknospen erzeugte astlose Fichten!)
3. Die früher erwähnten Exemplare aus Westfalen (Altenbecken) sollen jetzt nicht mehr vorhanden sein (Ascherson 97).

Fig. 18. **Astlose Fichte.**
Picea excelsa Link, lusus *monstrosa*, Loudon non Carrière.
In Kultur gewesen auf Isola Bella, aus den Euganëischen Bergen stammend.
(Nach einer von Herrn Graf Borromeo in Mailand mitgeteilten Photographie.)

4. In Mittelfranken im Revier Colmberg bei Ansbach (Doebner 72).

5. Die kultivierten Exemplare von Mariabrunn bei Wien scheinen nicht mehr zu existieren (Ascherson 97).

6. „Vor etwa 10—13 Jahren fand ich eine der Schlangenfichte ähnliche Kuriosität: eine Fichte, etwa 8—10 Jahre alt, auf der Domäne Zinkau, Wald Franzwald in Böhmen; dieselbe trug nur einen Schaft ohne alle Zweige oder Aeste. Dagegen war der cylindrische Schaft von oben bis zum Boden mit grünen Nadeln besetzt." Brief des Oberforstmeisters Schmiedl in Prag, in Caspary 73, Seite 128.)

Die Uebergangsform von der Schlangenfichte zur astlosen Fichte, im unteren Teil mit wenigen langen und wenig verzweigten Aesten, im oberen Teil ganz oder beinahe astlos (*P. e. monstrosa* Carrière non Loudon) wird wildwachsend von 2 Standorten citiert.

1. In Oesterreichisch-Schlesien, im Forstrevier Ober-Morawka (Hempel und Wilhelm 89, Seite 65 mit Fig.).

2. In Thüringen, im Heinrichsruher Revier bei Schleiz, mit langen, basalen Aesten und nach oben abnehmender Verzweigung (Jahn 96).

Ein davon verschiedener Fall wird bei Tido in Sagnitz bei Dorpat angegeben (Berg 87, Seite 17, Taf. V; P. e. var. *denudata*, Berg non Carrière). Das Exemplar war 3 m hoch, bis zu 1 m struppig beastet, weiter oben sehr astarm und mit sehr üppigen Nadeln (bis 35 mm lang!) besetzt. „Das Aussehen dieses Baumes ist von dem der Schlangenfichte wesentlich verschieden, indem die wenn auch seltenen Aeste ersten Grades durchaus nicht gestreckt und nackt, sondern mit einigen kurzen und sehr dicht belaubten Zweigen ersten Grades besetzt sind." Es würde demnach hier eine Beschränkung des oligocladen Charakters auf die Hauptachse vorliegen.

γ) Spielarten, die auf angeborener Knospenvermehrung beruhen (Polyclade Spielarten).

Sie sehen habituell oft denjenigen Korrelationsformen sehr ähnlich, deren Knospenvermehrung als Reaktion auf Knospenverlust entsteht.

6. **Picea excelsa** Link, lusus **columnaris** Carrière (Conif. ed. 1, S. 248, 1855), **die Säulenfichte** (siehe unsere Fig. 19—21).

Krone schmal cylindrisch; an den kurzen, steifen, horizontalen oder wenig abwärtsgebogenen Primärästen sitzen reich verzweigte,

Fig. 19. **Säulenfichte** (dichotyp).
Picea excelsa Link, lusus *columnaris* Carrière.
Auf dem Stanserhorn, beschrieben von Prof. A. Engler, Zürich.
(Aus d. Schweizer. Zeitschrift f. d. Forstwesen 1896.)

dichte Büsche aus kurzen Trieben. Die schmalcylindrische Form der Krone kommt hier also auf ganz andere Weise zu stande als bei der Trauerfichte.

Diese Form, die aus Gärten schon lange bekannt ist, kennt man wildwachsend bis jetzt nur aus der Schweiz (Schröter 97).

1. Ein Exemplar steht am Nordabhang des Stanserhornes in einem ungleichaltrigen Nadelwald bis 1450 m ü. M., von Prof. Engler (96) beschrieben, von Revierförster Lüssi entdeckt (Fig. 19). Der Baum ist 13,5 m hoch, hat 28 cm Durchmesser bis Brusthöhe, er ist bis zu einer Höhe von 7,5 m (bis zu seinem 43. Jahre) normal gewachsen; dann tritt ganz plötzlich die Verschmälerung der Krone auf, während die unteren Seitenäste normal weiter wuchsen.

Wir haben also hier zweifellos einen Fall von Knospenvariation an derselben Axe vor uns. Mit der Spitzfichte darf dieser Fall nicht zusammengeworfen werden.

2. Auf der Privatalp Aelpithal, am Nordabhang des Stockhorns bei Thun, ca. 1620 m ü. M., steht nach Mitteilung von Dr. Fankhauser (bei Engler 96) eine ganz gleiche Fichte.

Das Exemplar gehört zu den Fällen der Vereinigung zweier Formen auf demselben Exemplar, die Focke als „dichotype" Gewächse bezeichnet hat.

3. Bei La Brévine im Neuenburger Jura, im „Bois de l'Halle", bis 1200 m ü. M., von Pillichody entdeckt, steht auf einer nach Süden offenen, licht bestockten Weide eine 15 m hohe, ca. 40jährige Fichte, deren Krone einen äusserst schlanken, dichten Kegel bildet (siehe Figur 20). Die Primäräste sind kurz, alle aufgerichtet und dicht mit vorzugsweise nach unten gerichteten, kurznadeligen „wie geschoren aussehenden" Zweigen besetzt. Von der Spitzfichte unterscheidet sich dieser Fall zunächst dadurch, dass er mitten unter normalen Fichten auftritt, also nicht klimatisch bedingt sein kann; dann auch durch die äusserst dichte Krone, die bei der Spitzfichte immer locker ist. Von der Trauerfichte ist er durch die aufsteigenden oder horizontalen Primäräste verschieden. Durch das Breiterwerden der Krone nach unten zeigt er eine Annäherung an den Normalfall.

4. Auf der Weide der Alp Chavannes (1759 m ü. M.) in den Waadtländer Alpen (Gemeinde Ollon) hat Herr Kantonsförster

Fig. 20. **Säulenfichte** (monotyp).
Picea excelsa Link, lusus *columnaris* Carrière.
Bei La Brévine im Neuenburger Jura, entdeckt von Förster Pillichody.
(Nach einer v. Hrn. Pillichody aufgenommenen Photographie.)

Fig. 21. **Säulenfichte** (dichotyp).
Picea excelsa Link, lusus *columnaris* Carriere.
Auf der Alp Chavannes oberhalb Ollon in den waadtländischen Alpen,
entdeckt von Hrn. Oberförster *Paczieux*.
(Aus der „Schweizerischen Zeitschrift f. d. Forstwesen" 1897.)

Puenzieux (97) zwei partielle Säulenfichten von 12 und 13 m Höhe gefunden (siehe Fig. 21). Sie zeigen bis ca. 5 m Höhe ganz normale Verzweigung; dann nimmt die Krone plötzlich eine schmale cylindrische Form an, indem das Längenwachstum der Primäräste aufhört und sie sich in eine Masse kurzer dichtgedrängter Aestchen teilen, die wie ein Blumenkohl aussehen. Es hat den Anschein, als ob die Krone sich aus lauter an kurzen, dicken Stielen (den Primärästchen) hängenden Hexenbesen zusammensetzen würde.

Diese zwei Exemplare sind in der schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen in der deutschen Uebersetzung als „Trauerfichten" bezeichnet. Durch die Freundlichkeit des Herrn Puenzieux erhielt ich eine Photographie, die deutlicher ist als die Figur 21, ferner eine Zeichnung und weitere Aufschlüsse über die Verzweigungsart. Darnach kann ich mich mit jener Bezeichnung nicht einverstanden erklären, muss vielmehr, der dichten, hexenbesenähnlichen Verzweigung wegen, die Pflanzen zur Säulenfichte stellen. Sie sind von den von Conwentz beschriebenen Trauerfichten durch die steifen, dichten, kurzastigen Verzweigungsbüsche am Ende der Primäräste ganz verschieden.

Etwa 1 m unter dem ca. 10 cm langen Gipfeltrieb sind die Aeste wieder normal und tragen Zapfen von gewöhnlicher Grösse.

Von einer äusseren Einwirkung durch Pilze oder Insekten ist nichts zu sehen; auch die Vermutung, dass die Wurzeln eine Zeit lang in einer Torfschicht gewachsen seien, hat bei dem starken Unterschied der Pflanze von ihren nächsten Nachbarn und dem bekannten ganz andern Aussehen der Sumpfform wenig für sich.

Der Entdecker spricht sich schriftlich dahin aus, dass die Erscheinung als Knospenvariation der Primäräste aufzufassen sei, und ich stimme ihm hierin vollständig bei.*)

Wir haben also hier den interessanten Fall vor uns, dass die Hauptknospe erst den Charakter der Hauptform, dann den einer Spielart, und zuletzt wieder den erstern trägt, also zweimalig sprungweise Knospenvariation an derselben Achse.

Es wäre von höchstem Interesse, von den verschiedenen Regionen des Baumes Stecklinge zu entnehmen, die Samen auszusäen und so die Merkmale auf ihre Konstanz zu prüfen.

*) Ein weit herausragender Ast an dem Exemplar links auf Fig. 21 scheint anzudeuten, dass einzelne Primärknospen sich normal entwickeln können.

5. Auf der Weide „de la Berboleuse", ca. 2 Kilometer südlich von Chavannes, steht bei 1766 m eine junge Fichte, welche eine nahezu identische Ausbildung zeigt, ebenfalls zunächst normal und erst oben säulenförmig ist. (Puenzieux 97.)

Die sechs bis jetzt bekannten wilden Säulenfichten stehen also alle in der Schweiz, im Gebirge, von 1200 bis 1766 m ü. Meer, fünf derselben zeigen das Auftreten des *Columnaris*-Charakters erst im höheren Alter. Dieses nur partielle Auftreten des abnormen Charakters nähert denselben einer Missbildung, und in der That besitzen die *Columnaris*-Verzweigungssysteme grosse Aehnlichkeit mit Hexenbesen (siehe unten).

? 7. **Picea excelsa** Link, var. **globosa** Berg (87, Seite 19—20, Taf. VIII) **Kugelfichte, Hexenbesen-Fichte.**

Die ganze Gipfelregion eines zuerst normal gewachsenen Baumes ist in einen riesigen „Hexenbesen" umgewandelt. Dabei lassen sich zwei prinzipiell verschiedene Fälle unterscheiden:

Beim einen bleibt die Hauptachse erhalten, aber alle Seitenäste wandeln sich in dicht gedrängte Hexenbesen um, so dass der Gipfel einem breitbasigen, niedern Kegel gleicht, gleichsam eine verbreiterte Säulenfichte darstellend.

Beim andern löst sich die Hauptachse selbst in einen Hexenbesen auf, indem eine grosse Anzahl gleichwertiger Aeste von einem Punkt ausgehen und zusammenneigend durch die Hexenbesen, in die sie ausgehen, eine längliche Kugel bilden. Die erste Form stellt gleichsam einen Uebergang von der Säulenfichte zur echten Kugelfichte, der zweiten Form, dar.

Ich führe diese Hexenbesen der Fichte mit Fragezeichen als Spielart an, weil bei ähnlichen Umgestaltungen an andern Bäumen ein Pilz als Ursache erkannt ist (vergleiche namentlich Tubeuf in forstl.-naturw. Zeitschrift I, 279, 327 II, 48 und 76). Bei der Fichte gelang es bis jetzt nicht, einen Parasiten als Ursache der Hexenbesenbildung zu konstatieren. Tubeuf 93 führt freilich die oft starke Verharzung der Knospe und das häufig gesellige Auftreten als Wahrscheinlichkeitsgründe für parasitäre Natur dieser Bildung an. Auf der andern Seite spricht die grosse Aehnlichkeit der Hexenbesen der Fichte mit zweifellos erblichen Spielarten sehr zu Gunsten der spontanen Natur dieser Abänderung. Es scheint sogar, nach den Aeusserungen des schottischen

Handelsgärtners Robertson zu schliessen (citirt bei Caspary 73, Seite 128), dass in England monströse Fichtenformen als Stecklinge aus „monstruous tufts“ (= Hexenbesen) gezogen wurden. Erneute Versuche in dieser Richtung wären vom grössten Interesse.[1])

Dieselben könnten auch Aufschluss geben über die Frage, ob in den Hexenbesen der Fichte vielleicht zwei prinzipiell verschiedene Fälle stecken, eine spontane und eine parasitäre Abänderung; oder sogar noch ein dritter Fall, eine Standortsmodifikation? Die Sumpffichten mit hexenbesenartiger Verzweigung bei Berg 87, Seite 23 scheinen dafür zu sprechen. Dann hätten wir im ganzen 4 Formen der Polycladie: eine hereditäre, eine parasitäre, eine correlative und eine inducierte (Standorts-)Polycladie.

Kugelfichten sind bis jetzt folgende bekannt:

1. Bei Hellenorum bei Dorpat fand Berg (87, Seite 19, Tafel VIII) ein Prachtexemplar. „Der untere Teil dieser grossen Fichte von etwa 90 Jahren ist ganz normal gewachsen, plötzlich hat sie aber von einem Punkte aus über 100 Aeste getrieben, welche wie die Blätter im Kohlkopf eine riesige Kugel bilden.“

2. In Sagnitz bei Dorpat fand derselbe Autor eine 30jährige Fichte, deren Gipfel sich in eine birnförmige Kuppel umgewandelt hat, indem eine grosse Anzahl Aeste von einem Punkte ausgehen. Das Bündel hat einen Durchmesser von 1 m und eine Höhe von 1 m 50 cm. „Aus dem vollkommen dichten Bündel von Zweigen stehen mehrere normale Aeste hervor und oben 2 Gipfeltriebe, so dass es den Anschein hat, als wolle der Baum wieder zur normalen Form zurückkehren.“

3. Bei Grosshesselohe, 2 Stunden von München, fand Dr. Tubeuf eine 15 m hohe Fichte, deren ganze Krone (der Stamm ist weit herauf astrein) einen dichtgedrungenen, dichtnadeligen Hexenbesen darstellt. (Schriftliche Mitteilung.) Derselbe Autor sagt: (93, S. 76) „An Fichte werden sogenannte Hexenbesen sehr häufig beobachtet. . . In vielen Fällen ist die Gipfelknospe ergriffen und infolge dessen der ganze Baum in einen einzigen riesigen Hexenbesen umgewandelt.“

---

[1]) Von einem mir von Herrn Forstmeister Siber in Winterthur freundlichst zugeschickten Hexenbesen wurden im Froebel'schen Etablissement in Zürich durch den Baumschulchef Hrn. Olbrich Pfropfversuche gemacht, deren Entwicklung nun abzuwarten ist.

„Am selben Standort bei Grosshesselohe," schreibt mir Tubeuf, „giebt es auch viele solche Hexenbesen, die einzelnen Aesten als Kugelbusch aufsitzen" (siehe Tubeuf 93, Tafel V).

4. Aus der Schweiz sind bis jetzt 2 Kugelfichten bekannt:

Eine im Kanton Neuenburg von Herrn Bezirksförster Comte entdeckt. Der Finder teilt mir darüber folgendes mit:

„Der Baum war in lichtem Fichtenbestand auf dem Mont de Baulmes im Neuenburger Jura bei ca. 1200 m gewachsen, ca. 12 bis 15 m hoch und ca. 25 m Stammdurchmesser auf dem Stock. Der untere Teil war durchaus normal; der obere, davon scharf abgesetzt, bildete einen länglich kugligen dichten Busch von 1,5 m Höhe und 1 m Durchmesser, aus zahlreichen aufstrebenden und reich verzweigten Aesten, die mit sehr kleinen Nadeln besetzt waren."[1])

5. Ein ganz analoges Exemplar fand sich im Sihlwald bei Zürich. Durch Herrn Badoux darauf aufmerksam, erhielt ich dasselbe von Hrn. Forstmeister Meister durch Vermittlung von Förster Bruppacher, dem ich auch die nachfolgenden Angaben über Standort etc. verdanke.

Das Exemplar stand auf dem rechten Sihlufer bei ca. 530 m ü. M. in der Stadtwaldung, genannt „Forst"; es war anno 1867 gepflanzt worden. Die Höhe betrug ca. 10 m, mit einem Durchmesser auf dem Stock von 12—13 cm. Die untere Beastung war normal; der Baum begann 1893 abzusterben und beim Fällen im Herbste 1897 brachen diese dürren Aeste ab; es blieb nur der Hexenbesen erhalten.

Der ganze Gipfel des Baumes ist in einen ellipsoidischen Hexenbesen von 75 m Länge und 55 m Breite umgewandelt.[2])

Beim Auseinandersägen des Hexenbesens zeigte es sich, dass die abnorme Verzweigung nur auf zwei Astwirtel beschränkt ist. An denselben entspringen sehr zahlreiche steil aufgerichtete Primäräste, die nach aussen sich wieder in reichgliedrige, fächerförmig

[1]) Der Baum ist gegenwärtig im Museum des Agrarinstituts im „Champ de l'air" in Lausanne aufbewahrt.

[2]) Vermutlich gehört auch das von Torssander 97, Seite 169, erwähnte Exemplar von *Picea excelsa* Lk. *forma brevifolia* Cripps var. *(conica?)* hieher, das bei Langsjönäs in Frustuna (Schweden) steht; „es ist eine 40jährige Fichte von normaler Höhe, die seit etwa 10 Jahren in die *forma brevifolia* (var. *conica?*) übergegangen ist."

in einer aufgerichteten Horizontalebene sich ausbreitende Zweigsysteme verteilen. Der eiförmige Hexenbesen setzt sich also aus einem peripherischen Mantel dicht übereinanderliegender aufgerichteter Fächer feiner Verzweigungen und einem Kern aus steil aufgerichteten Primärästen zusammen.

Oberhalb der Hexenbesenwirtel verzweigt sich der Haupttrieb wieder normal, vermochte aber trotz verlängerter Internodien nicht über den Hexenbesen hinauszugelangen. Möglicherweise hängt das Absterben des Baumes damit zusammen.

8. **Picea excelsa** Link, lusus **nana** Carrière (erweitert), **die Zwergfichte** (= *brevifolia* Cripps nach Wittrock 87?).

Es scheint mir am richtigsten, alle die zahllosen Formen zwergiger Fichten, die aus dem Freien und dem Garten bekannt sind, unter diesem erweiterten Namen zusammenzufassen.

Allen gemeinsam ist die Kürze der Triebe, die reiche, dicht stehende Verzweigung und die kurzen Nadeln. Die Gesamtform zeigt alle Uebergänge vom Kriechwuchs bis zum Kegel. Diese Formen wiederholen in ganz auffallender Weise auf spontanem Wege die oben als Polster- und Mattenfichte bezeichneten Formen der Baumgrenze.

Wildwachsend werden bis jetzt erst folgende erwähnt:

1. sublusus *Clanbrasiliana* Carrière (Man. d. pl. arbr. IV 341 [1857] = *Abies excelsa Clanbr.*, Loudon Arb. Britt (1838) mit halbkugelig abgewölbter Oberfläche; so von Dammer 89 am Gross-Beerberg in Thüringen beobachtet; mehrere Exemplare bei Södertelge westlich von Stockholm, nach Torssander 97, Seite 169, von Stud. Fagerholm beobachtet; ferner mehrere Exemplare 1,2—1,8 m hoch, mit nur 2,5—5,5 mm langen Nadeln, bei Frösön in Jemtland (Schweden) nach Wittrock 87.

2. sublusus *tabulaeformis* Carrière; Usta Hage bei Wardinge in Södermanland (Schweden, westlich von Stockholm), ein einziges Exemplar, 30 Jahre alt und nur 0,5 m hoch, Torssander 97, Seite 169.

3. sublusus *brevis* Schröter. Eine ziemlich schlanke, lockere Pyramide bildend, mit unregelmässiger Verzweigung von struppigem Aussehen.

Ein Exemplar aus der Schweiz bekannt, bei Boveresse, Kt. Neuchâtel. Der Entdecker, Hr. Pillichody, schreibt mir darüber: „Sie steht mitten unter ca. 100jährigen Fichten und hat jedenfalls das gleiche Alter. Vor 40—50 Jahren wurde dieser Wald als Weide benutzt. Die Fichte sieht aus, als ob sie seither

alle Jahre abgenagt worden wäre. Der Gipfel ist zwar 2½ bis 3 m hoch, trotzdem aber ist er struppig und besteht aus mehreren Trieben, wie wenn er von Ziegen abgenagt würde; davon ist aber seit Jahrzehnten keine Rede mehr!"

„Der Stamm ist am Fuss 20 cm dick, die Aeste dicht struppig, mit sehr kurzen Jahrestrieben und kleinen Nädelchen, die nur die jüngsten Triebe decken."

Da ich die Form mit keiner der zahlreichen in Gärten kultivierten Zwergfichten zu identifizieren vermochte, gab ich ihr obigen Namen.

Es liegt nahe, alle die oben aufgezählten polycladen Formen zusammenzufassen in folgender Reihe:

1) Knospenvariation, nur an einem einzigen Trieb an einem sonst normalen Baum auftretend — gewöhnlicher Hexenbesen;[1])
2) Knospenvariation an allen Seitenknospen auftretend; Haupttrieb unverkürzt, Primäräste kurz — Säulenfichte.
3) *α.* Knospenvariation erst im obern Teil des Baumes an den Sekundarknospen auftretend; Primäräste unverkürzt, Hauptachse gestaucht.
   β. Knospenvariation im obern Teil des Baumes an der Hauptachse auftretend, Gipfel ein kugliger Hexenbesen.

   } Kugelfichte.
4) Knospenvariation, von Anfang an an allen Seitenknospen auftretend; alle Achsen stark verkürzt — Zwergfichte.

Genauere Untersuchungen aller dieser Fälle werden über die Berechtigung dieser Auffassung entscheiden.

(?) 9. Die Sparrfichte, lusus *strigosa* Christ (95, Seite 347) mit eminent zahlreichen, nach allen Richtungen abstehenden Zweiglein, habituell der Lärche auffallend gleichend (ob hierher gehörend?).

So im Weisstannenthal, Kanton St. Gallen, von Christ beobachtet.

---

[1]) Es möge hier noch einmal ausdrücklich hervorgehoben werden, dass bis jetzt an keinem Fichtenhexenbesen ein Pilz als Entstehungsursache nachgewiesen werden konnte.

B. Spielarten, welche sich auf Abänderungen in der Rinde gründen.

Abgesehen von der in ihren Ursachen nicht aufgeklärten, vielleicht nur auf Standortseinflüsse zurückzuführenden Farbenverschiedenheit (braun oder weissgrau, siehe oben), finden sich zwei ganz vereinzelt unter den normalen Fichten auftretende „Rindenspielarten" an Exemplaren, die im übrigen mit der Hauptform völlig oder nahezu völlig übereinstimmen.

10. **Picea excelsa** Link, lusus **corticata** Schr., **die dickrindige Fichte.**

Rinde bis 9 cm dick, längsrissig, lärchen- oder kiefernähnlich, aber mit dem mikroskopischen Bau der Fichtenrinde.

Die älteste Nachricht über eine Fichte mit abnormer Rinde (auf die mich Herr Badoux aufmerksam machte) stammt von einem unbekannten Autor Sch. und steht in der „Oesterreich. Monatsschrift für Forstwesen", XVII. Bd. 1867, Seite 375. Dort heisst es unter der Spitzmarke: „Eine Kiefern-Fichte" folgendermassen:

„Wenn man von Mühldorf, eine Meile von Spitz an der Donau (Niederösterreich) nach dem Orte Himberg geht, liegt $^3/_4$ Gehstunden von ersterem Ort ein aus Tannen, Fichten, einzelnen Erlen und Buchen bestehender . . . Wald, der für den Forstmann und Botaniker ein Unikum birgt.

„An der südöstlichen Lehne des Berges steht nämlich ein Baum, den man mit Recht weder Kiefer noch Fichte nennen kann. Derselbe ist im unteren Durchmesser 12″ stark und die Rinde bis zur Höhe von 3 Klaftern vollkommen der einer Kiefer gleich. Nach dieser Höhe glättet sich die Borke allmählich und geht sodann in jene einer Fichte über. Hiebei muss bemerkt werden, dass die der Kiefernborke ähnliche Rinde sehr stark zerrissen ist und auch der Splint, sowie der Saftaustritt vollkommen dem einer Kiefer gleichkommt. Der obere Teil des im ganzen ca. 9 Klafter hohen Stammes ist Fichte, wobei jedoch charakteristisch erscheint, dass die Aeste, sowie auch die Zweige, lang und dünn aussehen und die tiefer hängenden herabgebogen gleich einer Trauerweide sind. Die Belaubung ist ebenfalls stärker, und hängen an den unteren Aesten die benadelten Zweige herab, während gegen den Gipfel

die Stellung der Aeste und Nadeln mit jener der Fichte übereinstimmt. Diese Kiefernfichte steht in einem ca. 40 Jahre alten Plenterwald, in welchem in der nächsten Nähe keine Kiefer sich vorfindet."

Dickrindige Fichten erwähnt weiter Purkinye (77, Seite 2, Anmerkung): „Ich sammelte im Herbst 1864 im Urwald am Rubani Rinde von einer vom Winde geworfenen Fichte, welche so dick ist, wie von gleichstarken (5′ Durchmesser haltenden) Alpenlärchen, nämlich mehr als 3″ stark (9,3 cm), während daneben Fichten von derselben Stärke standen mit Rinde von 4 Linien Stärke (1,26 cm). Eine andere dickrindige Fichte, deren sekundäre Korkschichten aber eine gänzlich verschiedene mikroskopische Struktur zeigt, brachte Herr Oberförster Judeich aus dem Riesengebirge mit. Andere wieder verschiedene dickrindige Fichten wachsen hier."

Einen dritten Fall konstatierte Hess 93, ohne von den beiden vorigen Kenntnis zu haben:

Er fand bei Giessen ein einziges Exemplar einer Fichte mit starker Borke mit 10—18 mm tiefen Längsrissen, ähnlich einer Robinie. Die Zwischenzweige zwischen den Astquirlen fehlten völlig, die Aeste verlaufen erst abwärts, dann im Bogen aufwärts.

Viertens fand Förster 93 vier analoge Exemplare in einer sicher aus einheimischem Samen stammenden Aussaat, zerstreut unter lauter normalen Bäumen (wo, wird nicht gesagt!).

Fünftens erwähnt Tubeuf 93 in seinem Referat über die Mitteilung von Hess, dass in der Sammlung des Münchener Forstinstitutes sich ebenfalls eine lärchenrindige Fichte befinde. Aus dem Stück, das mir Dr. von Tubeuf freundlichst zusandte, ersah ich, dass es sich hier um einen sehr wenig ausgeprägten Fall mit nur 6 mm dicker Borke handelt.

Auf einen sechsten interessanten Fall machte mich Herr Badoux aufmerksam; es betrifft eine „Lärchenfichte" in den Lausanner Gemeindewaldungen. Herr Dr. Paul Jaccard in Lausanne war so freundlich, zwei Photographien dieses merkwürdigen Baumes aufzunehmen (siehe unsere Figuren 22 und 23), und Herr Ed. Curchod, Forstinspektor der Stadt Lausanne, teilt mir folgende Daten über den Baum mit:

„Das Exemplar steht im „Bois des Vuarnoz", ca. 7 Kilometer nordöstlich von Lausanne, bei ca. 870 m ü. M., ca. 700—800 m vom „Chalet à Gobet" entfernt, unweit der Wasserscheide zwischen Rhone und Rhein. Der Bestand ist aus Weiss- und Rottannen gemischt, ziemlich licht, mit normalen Zuwachsverhältnissen; der

Fig. 22. **Dickrindige Fichte (Lärchenfichte)**
Picea excelsa Link, lusus *corticata* Schröter.
In den Lausanner Stadtwaldungen beim „Chalet à Gobet".
(Nach einer von Herrn Prof. Dr. Jaccard aufgenommenen Photographie.)
Der scharfe Absatz zwischen Lärchenrinde und Fichtenrinde befindet sich auf dem Bilde in 7 cm Abstand vom Grunde des Baumes.

Fig. 23. **Dickrindige Fichte (Lärchenfichte).**
Picea excelsa Link, lusus *corticata* Schr.
In den Lausanner Stadtwaldungen beim „Chalet à Gobet".
(Nach einer von Herrn Prof. Dr. Jaccard aufgenommenen Photographie.)
Unterer, lärchenrindiger Teil des Baumes.
(Vergl. Fig. 22.)

Boden ein kalkhaltiger Lehm, die Bodendecke eine Moosschicht. Der Baum hat ein Alter von ungefähr 75 Jahren, eine Höhe von ca. 28—30 m, einen Durchmesser von 35 cm in 1 m 20 cm über dem Boden.

„Der untere Teil des Stammes ist bis zu einer Höhe von 2 m 80 cm herauf bedeckt mit einer tiefrissigen Borke (siehe Fig. 23), die habituell der Lärchenborke so ähnlich sieht, dass die Ansicht entstehen könnte, es liege eine Pfropfung von Fichte auf Lärche[1]) vor. Bei 2 m 80 cm hört aber die Lärchenrinde plötzlich mit einer scharfen Querlinie auf (siehe Fig. 22, beim Pfeil); nur an einer Stelle greift sie ca. 12 cm weit auf die Fichtenrinde über. Der obere Teil des Baumes ist in Rinde, Verzweigung und Nadeln eine durchaus normale Fichte. Zapfen sind keine bekannt.

„Der Baum wurde vor ca. 8—10 Jahren von einem Waldarbeiter entdeckt.

„An einigen Stellen hat man die lärchenartige Rinde bis auf das Korkcambium entfernt. Die neu sich bildende Rinde war normale Fichtenrinde."

„An einen an Ort und Stelle entstandenen Bastard zwischen Lärche und Fichte ist deshalb nicht zu denken, weil die einzigen Lärchenanpflanzungen der Nähe (in 2 und 4 Kilometer Entfernung) gleichaltrig sind wie der Bestand im ‚Bois des Vuarnoz'."

Diesen Ausführungen des Herrn Curchod habe ich noch hinzuzufügen, dass der anatomische Bau der abnormen Rinde, den ich an einem kleinen Stück untersuchen konnte, mit der Lärche oder Kiefer absolut nichts zu thun hat. Es sind abwechselnde Schichten von Schwammkork und Phelloid, die sich längs der letzteren in grossen Platten ablösen. Es ist also derselbe Bau, wie ihn die Korkhöcker der folgenden Spielart zeigen, sodass hier eine analoge Hypertrophie des Korkes vorliegt: bei der dickrindigen Fichte gleichmässig auftretend, bei der Zizenfichte lokalisiert.

Es spricht also alles dafür, dass hier ein Fall von Knospen-

[1]) Ob solche schon mit Erfolg ausgeführt sind, ist mir nicht bekannt. Auf meine Veranlassung hat Hr. Otto Froebel (Zürich) in seiner Baumschule (Chef: Hr. St. Olbrich) eine grössere Zahl von heterogenen Nadelholzpropfungen ausführen lassen, über deren Erfolg später berichtet werden soll (Anmerk. d. Verfassers).

Fig. 24. **Zizenfichte.**
Picea excelsa Link, lusus *tuberculata* Schr.

Von Gusswerk in Oesterreich, beschrieben von Cieslar 94.
(Aus dem „Centralblatt f. d. gesamte Forstwesen", Bd. XX. 1894.)

variation vorliegt: die Terminalknospe des Baumes trug in den ersten Jahren den Charakter der „dickrindigen Fichte"; nachher schlug sie durch eine plötzliche „Umstimmung" auf die Norm zurück. Das Aufhören der abnormen Rinde nach oben ist nicht etwa bloss darauf zurückzuführen, dass erst von einem gewissen höhern Alter an diese Borkebildung auftritt: dann müsste der Uebergang zum Normalfall ein ganz allmählicher sein. Die absolut scharfe Grenze spricht für einen plötzlichen Rückschlag.

Es sind also im ganzen sechs Fälle von dickrindigen Fichten bekannt, in Niederösterreich, in Böhmen, in Hessen, in Bayern und in der Schweiz. Die Rinde wird mit Kiefern-, Robinien- oder Lärchenrinde verglichen und ist in zwei Fällen nur im untern Teil des Baumes abnorm.

11. **Picea excelsa** Link, lusus **tuberculata** Schr. **Die Zizenfichte.**

Stamm wenigstens im untern Teil mit kegelförmigen Korkwucherungen bedeckt, die bis ca. 3 cm Höhe erreichen, aus abwechselnden Schichten von Schwammkork und Phelloid zusammengesetzt sind und (ob immer?) einem Zwischenästchen entsprechen.

Fig. 25. **Längsschnitt durch einen Rindenhöcker der Fig. 24.**
Nach Cieslar im „Centralblatt für das gesamte Forstwesen" 1894.

Cieslar 94 beschreibt zuerst einen hieher gehörigen Fall. Es ist ein Stammstück einer von Gusswerk in Oesterreich stammenden, vereinzelt unter normalen gewachsenen Fichte. (Fig. 24 und 25). Es zeigt zahlreiche 1,5—3,2 cm hohe, kegelförmige Korkwucherungen von meist elliptischem Grundriss. Sie sind entweder ganz oder nur im obern Teil in der Mitte von einem Aestchen durchzogen und bestehen aus parallelen Schichten von abwechselndem Schwammkork und verholztem Phelloid. Die Zahl ihrer Schichten stimmt mit den Jahresringen des Holzes überein. Jugendstadien konnte Cieslar nicht untersuchen.

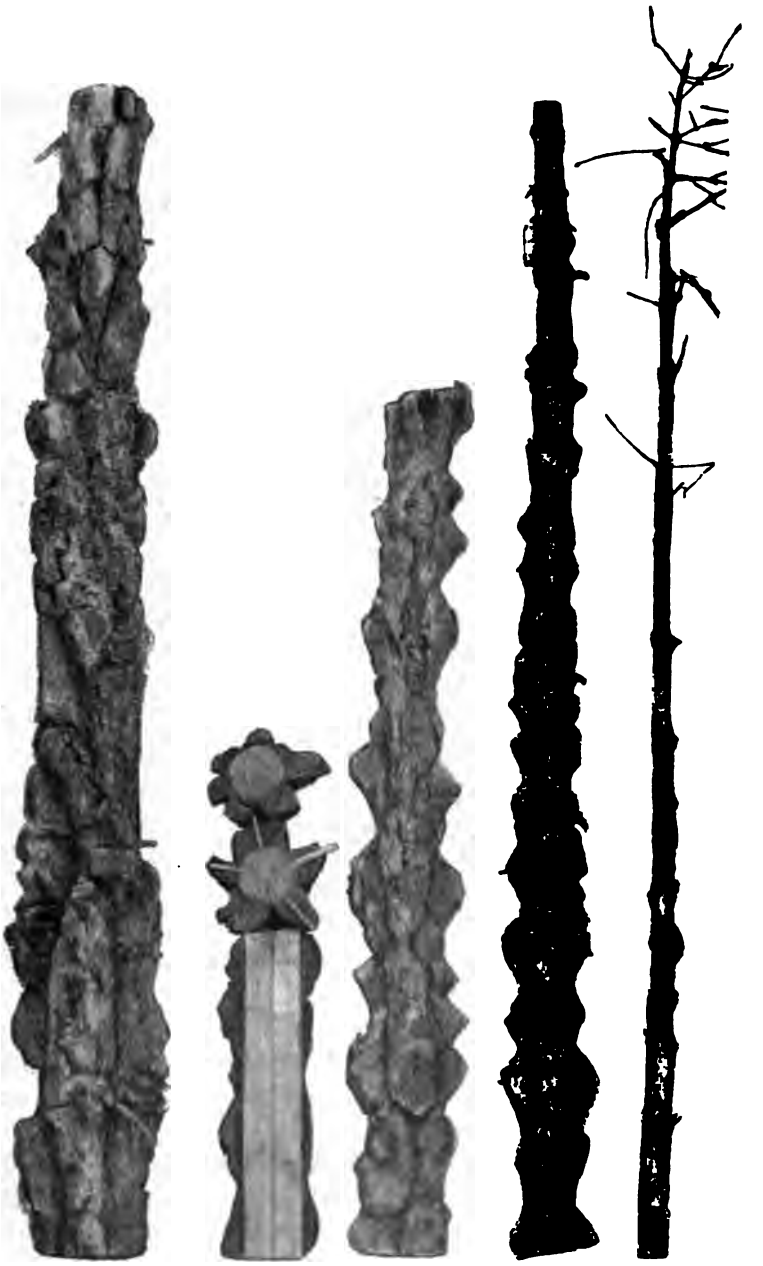


Fig. 26. **Zizenfichte.**
Picea excelsa Link, lusus *tuberculata* Schr.
Aus Oberbayern stammend, im forstbotan. Museum in München aufbewahrt.
(Nach einer von Dr. v. Tubeuf aufgenommenen Photographie.)

Die Quirläste zeigen keine Korkwucherungen an ihrer Basis. Zwei benachbarte Kegel fliessen nicht zusammen, sondern bleiben durch eine Spalte mit steilen Wänden getrennt.

Cieslar fasst die Rindenkegel als eine Hypertrophie des Korks des kleinen im Kegel steckenden Seitenästchens auf.

Einen zweiten ganz analogen Fall beschreibt Henschel 94 von Dobricin in Böhmen.

Ein dritter Fall wird im Museum der forstlichen Versuchsstation in München aufbewahrt. Herr Dr. v. Tubeuf hatte die grosse Freundlichkeit, mir eine Photographie dieses Falls (siehe Fig. 26) und einige Stammabschnitte zur Untersuchung zu senden. Dieselbe ergab folgendes:

Die Uebereinstimmung mit dem Cieslar'schen Fall ist eine sehr weitgehende. Auch hier bedecken die Kegel nur die Internodien; scheinbar finden sie sich auch am Grunde der Quirläste; aber eine nähere Untersuchung zeigt, dass die Quirläste nur passiv in dieselben eingebettet, aber nicht deren Bildungscentrum sind.

An der Spitze der meisten Kegel findet sich ein kleiner Krater mit einem cylindrischen Loch am Grunde. Das entspricht dem herausgefallenen Seitenästchen, um das herum der Hügel sich bildete. Durchschnitte zeigen, dass dieses Seitenästchen als ein fremdes Gebilde in dem Korke steckt, etwa wie ein eingewachsener Hornast im Holz; die Korkschichten biegen am Aestchen nach innen ab (siehe Figur 25). Selbstverständlich setzt sich in den Fällen, wo der ganze Korkkegel vom Aestchen durchzogen ist, derselbe auch durch den ganzen Holzkörper fort.

Bei andern Kegeln ist von einem Aestchen gar nichts mehr zu sehen. Ich vermute, dass auch diese sich ursprünglich um ein Aestchen bildeten, dass aber dann sehr früh dasselbe gleichsam abgeschnürt wurde, indem das Phellogen sich unter demselben fortsetzte. Hier ist natürlich, da das Aestchen dann abstarb, auch im Holz kein Ansatz zu sehen.

Im mikroskopischen Bau des Korkes (abwechselnde Schichten von Schwammkork und Phelloid), sowie in der Natur der Schichten als Jahrringe stimmt unser Fall völlig mit dem Cieslar'schen überein. Nur sind die Buckel 13—14 Jahre jünger als das Holz.[1])

[1]) Die oberste Partie der Zizenfichte, rechts in Fig. 26, zeigt ebenfalls, dass die Korkhügelbildung erst nach einer Reihe von Jahren beginnt.

Entgegen der Cieslar'schen Auffassung, welcher die Kegel als Produkte des Seitenästchens bezeichnet, scheint mir folgende Deutung richtiger:

Die Korkkegel entstehen durch eine lokal verstärkte Thätigkeit des Phellogens der Hauptachse. Als Centrum dieser sich jedes Jahr weiter ausbreitenden Wucherung fungiert stets eine Seitenknospe. Dieselbe figuriert gleichsam als hindernde Unterbrechung des Phellogens, bildet deshalb an der Spitze des Kegels eine Einsenkung und bedingt weiter unten eine Abbiegung der Schichten nach innen.

Im Kampfe zwischen der abschnürenden Tendenz des Phellogens und dem Wachstumsbestreben des Aestchens bleibt manchmal das letztere Sieger; dann bleibt es erhalten und durchzieht vom Mark bis zur Spitze des Kegels Holz und Kork.

Oder es wird sofort abgeschnürt; das Phellogen schliesst sich unter ihm und schneidet ihm die Nahrungszufuhr ab; es vertrocknet und fällt ab; dann erscheint der Korkkegel ohne Astcentrum. Oder es dauert 5—6 Jahre, bis es abgeschnürt ist: dann ragt es von aussen bis zur wechselnden Höhe in den Kegel hinein (siehe Fig. 25).

In den aargauischen Staatswaldungen „im Moos" bei Zofingen in der Schweiz traf Herr Badoux, Assistent an der eidg. Centralanstalt für forstl. Versuchswesen in der Schweiz, eine vierte Zizenfichte in einer Reihenpflanzung, also jedenfalls gesetzt. Der Stamm war bis 6—7 m Höhe vom Boden aus mit den Rindenwucherungen bedeckt; in der Krone hörten sie auf. Es waren im ganzen 100 bis 120 Stück, im Maximum 3 cm hoch. Nähere Mitteilungen über diesen Fall wird Herr Badoux demnächst veröffentlichen.

Es sind also bis jetzt im ganzen vier Exemplare der Zizenfichte bekannt: zwei in Oesterreich, eines in Bayern und eines in der Schweiz.

Eine Analogie zu diesen abnormalen Korkkegeln bilden (worauf mich mein Freund Prof. Hartwich aufmerksam machte) die auf manchen Dicotyledonenstämmen, namentlich Zanthoxyleen, als Norm auftretenden Korkkegel unter Stacheln. Barber hat über dieselben eine ausführliche Arbeit publiziert[1]), worin er nachweist,

[1]) Barber, C. A. „On the nature and development of Corky Excrescences of Stems of Zanthoxylum (with Plates VII and VIII) — Annales of Botany, London 1892. Volume VI pag. 155.

dass unter den Stacheln ein Phellogen entsteht, das die geschichteten Kegel erzeugt. Hartwich zeigte dann, dass die Kegel auch ohne Stacheln entstehen und oft zu einem vielfach zerklüfteten, einem Gebirgsrelief ähnlichen Oberflächen-Periderm zusammenfliessen. Barber citiert 42 Species aus 9 Familien mit Korkbildung unter Stacheln, darunter 19 Rutaceen und 16 Leguminosen.

Die biologische Bedeutung der Korkbildung unter dem Stachel erblickt Barber darin, dass der Stachel dadurch auch nach Eintritt des sekundären Dickenwachstums beibehalten werden kann, indem das Phellogen dem Dickenwachstum zu folgen vermag.

Die Analogie in der Genesis zwischen diesen und unseren Korkkegeln besteht namentlich darin, dass in beiden Fällen eine lokalisierte Diskontinuität in der Oberfläche (dort ein Stachel, hier eine Knospe) der Ausgangspunkt der Bildung ist.

Die Korkflügel von *Acer campestre*, *Ulmus suberosa* etc. zeigen indessen, dass auch ohne äussere Ursache die Korkbildung sich lokalisieren kann[1]).

C. Spielarten durch Abänderungen im Bau der Nadeln.

Die Fichtennadeln sind äusserst variabel.

1. Abänderung in der Länge.

Berg (87 Seite 4) fand Nadeln von 3,3 mm bis 35 mm Länge, die ersteren von ericaähnlichem Zweige an einem unterdrückten, 30 cm hohen, 15 Jahre alten Bäumchen bei Dorpat, die letzteren am Stamm einer astarmen Fichte (v. *monstrosa* Carrière). Nahezu ebenso lang sind die Nadeln am Stamm der astlosen Fichte der Isola Bella.

Schübeler (73—75 S. 158) fand bei Christiania die Nadellänge variierend zwischen 6 und 28 mm; Hempel und Wilhelm 89 giebt an: von wenigen Millimetern bis fast 3 cm.

Willkomm 87 giebt 12—27 mm als Grenzwerte an.

Steuroos 93 fand an seiner als var. *parvifolia* bezeichneten Form von Narmijadi und Sojo in Finnland Nadeln von nur 2—5 mm Länge.

[1]) Die abnormen Korkwucherungen auf Blättern, die Frank (Krankheiten der Pflanzen, III, p. 308) unter den „Krankheiten ohne nachweisbare äussere Ursachen" aufführt, sind in mehreren Beziehungen von unserem Falle verschieden und tragen mehr den Charakter pathologischer Erscheinungen.

Die äussersten Grenzen sind also 2 mm bis 35 mm.

Die Extreme, die ich an Exemplaren aus der Schweiz und Grenzgebieten konstatierte, bewegen sich zwischen 2,5 und 34 mm; siehe Fig. 27 und Figurenerklärung.

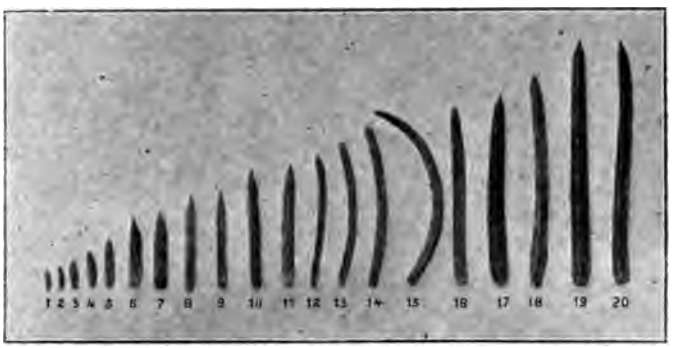


Fig. 27. **Abänderungen in den Dimensionen der Nadeln der Fichte.**

Nr. 1—5 Von einer älteren Krüppeltanne, Hirzel, Kt. Zürich leg. Jäggi.
„ 6—7 Von einem Primärast des Exemplars der Subvarietät *coerulea* Breinig von Buttes, Kt. Neuenburg, leg. Pillichody.
„ 8—11 Von der Hauptachse einer ca. 15jährigen Fichte von Zürich.
„ 12—13 Von einem Sekundärast desselben Exemplars wie 6 und 7.
„ 14—15 Von einem fructificierenden obern Seitenast eines starken Exemplars von Arosa bei ca. 1700 m, leg. Stadtförster Henne von Chur.
„ 16—18 Von einem Primärast der Schlangenfichte von Buttes, Kt. Neuenbg.
„ 19—20 Von dem auf Isola Bella kultivierten Exemplar der astlosen Fichte (lusus *monstrosa* Loudon).

Die Nadellänge ist insofern eine Korrelationserscheinung, als alle reich verzweigten Zwergformen kleine Nadeln, die verzweigungsarmen Formen dagegen meist lange Nadeln besitzen.

Sie ist ferner abhängig von den Ernährungsbedingungen. Dieselbe Pflanze kann je nach dem Jahrgang kürzere oder längere Nadeln hervorbringen. Namentlich im Verpflanzjahr (oder im folgenden!) bringen junge Fichtensetzlinge oft sehr kümmerliche Nadeln hervor (siehe Fig. 28 und Figurenerklärung).

An einer jungen Fichte eines frisch bepflanzten Schlages auf dem Eschenberg bei Winterthur fanden sich an dem Trieb des Verpflanzjahres Nadeln von nur 6 mm Länge. Im darauffolgenden Jahr hatte dieselbe Pflanze infolge der Vergeilung durch wucherndes Unkraut ganz dünne Nadeln von 24 mm Länge hervorgebracht.

Wir können mit Wilhelm in Hempel und Wilhelm 89 das Auftreten der verschiedenen Nadellängen am besten so bezeichnen:

Die längsten Nadeln finden sich im allgemeinen in der Wipfelregion erwachsener noch kräftig vegetierender Bäume und bei den

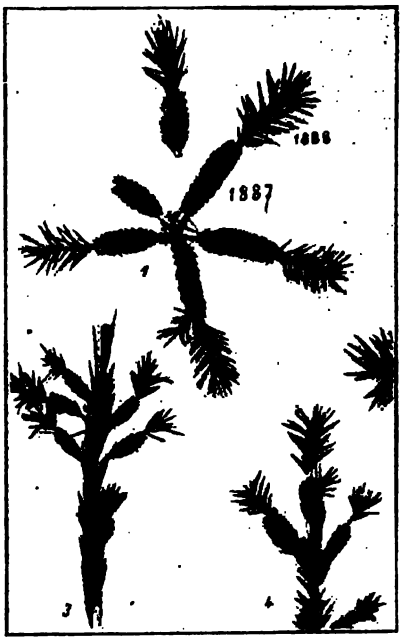


Fig. 28. **Zweige mit normalen und mit Kümmernadeln, die aus dem Verpflanzjahr stammen.**
Von einer jungen Fichte bei Leimbach, Kt. Zürich.

als Hängefichten und Schlangenfichten bezeichneten Formen; die kleinsten bei jungen Pflanzen, unterdrückten Stämmchen, den Formen der Baumgrenze und den polycladen Formen.

2. Abänderungen im Querschnitt.

Der Querschnitt ist meist rhombisch; die Länge der beiden Achsen wechselt von

1,5 mm : 1 mm bis 3 mm : 2 mm

Das Minimum fand ich bei den Nadeln einer Krüppelfichte von Hirzel (Kt. Zürich), das Maximum bei der astlosen Fichte von Isola Bella (ebenso Berg bei seiner astarmen Form).

Eine Zusammenstellung der extremsten Formen des Querschnittes giebt Fig. 29, Nr. 5—10.

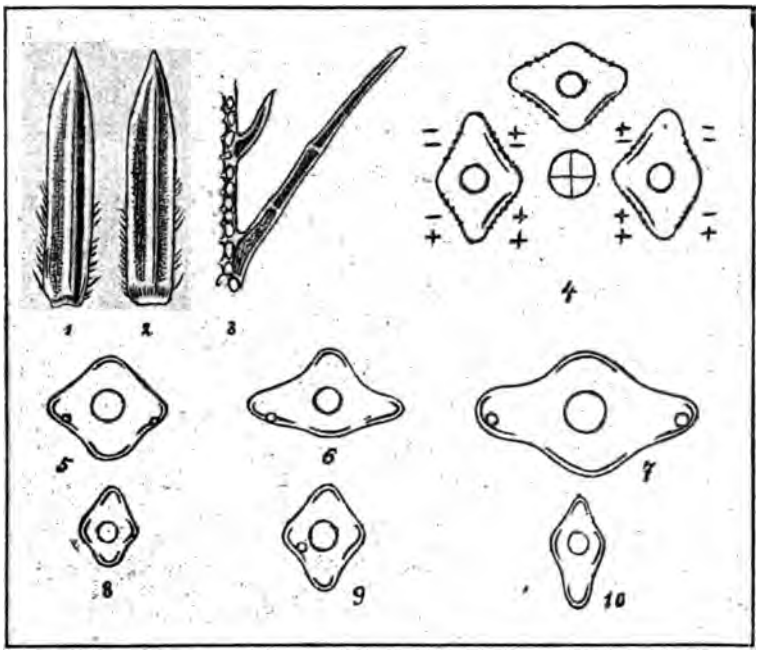


Fig. 29.

Nr. 1—3 **Nadeln von einem Primärast des Exemplares der Subvarietät coerulea Breinig von Buttes mit Bewimperung** (einziger bis jetzt bekannter Fall!) Nr. 3 ein Wimperhaar in stärkerer Vergrösserung.

Nr. 4 **Schematische Darstellung des Einflusses der morphologischen und räumlichen Orientierung der Nadel auf den Bereifungsgrad** (siehe d. Text).

Nr. 5—10 **Extreme in der Querschnittsform und Querschnittsgrösse.** — Die innere Linie bedeutet das subepidermale mechanische Gewebe, die randständigen Kreise die Harzgänge.

Nr. 5 Vom Gipfeltrieb einer 15jährigen Fichte von Zürich.

Nr. 6 Vom obersten Seitentrieb einer Alpenfichte b. 1770 m leg. Stadtförster *Henne* von Chur.

Nr. 7 Von der astlosen Fichte (lusus *monstrosa* Loud.) v. d. Isola Bella.

Nr. 8 Von einer Krüppelfichte im Sihlthal Kt. Zürich leg. Jäggi (3 mm lang).

Nr. 9 Von einem sekundären Seitenast der var. *coerulea* Breinig v. Buttes.

Nr. 10 Wie 8 (7 mm lang).

Das Vorkommen derselben lässt sich etwa folgendermassen charakterisieren:

Die quadratischen oder querbreitern Nadeln (flachgedrückt und breiter als hoch) finden sich mehr

an älteren Bäumen,

am Haupttrieb,

an Seitentrieben der Wipfelregion,

an alten Trieben von Formen aus der Nähe der Baumgrenze.

Die in der Transversale zusammengedrückten Nadeln finden sich: an jungen Pflanzen;

an beschatteten untern Seitentrieben.

3. Abänderungen im anatomischen Bau.

Hier ist namentlich das Verhalten der Harzgänge variabel; normal sind es zwei, aber häufig ist nur einer da oder es fehlen beide.

Eine zahlenmässige Darstellung dieser Variabilität giebt folgende kleine Untersuchung des Herrn Vogler, cand. rer. nat. am Polytechnikum:

Von 440 Nadeln verschiedener Stellung an 13 verschiedenen Bäumen zeigten

37,3 % zwei Harzgänge,
40,2 % einen Harzgang,
22,5 % keinen Harzgang.

Untersucht wurde jeweilen die Mitte der Nadel.

Eine und dieselbe Nadel, an 10 übereinanderfolgenden Stellen von unten nach oben geschnitten, zeigte in 5 so untersuchten Fällen

niemals auf allen 10 Schnitten gleichviel Harzgänge;

in 3 Fällen eine von 0—2 wechselnde Zahl; unten eine, in der Mitte zwei, oben keinen Harzgang.

Bei 10 Bäumen der gemeinen Fichte zeigten

von 60 Nadeln des Haupttriebes:

33% zwei, 45% einen, 22% keinen Harzgang.

von 100 Nadeln der Seitentriebe:

12% zwei, 37% einen, 51% keinen Harzgang.

Von 80 Nadeln des Exemplars der P. e. var. *coerulea* Br. zeigten 76% zwei, 25% einen und nur 5% keinen Harzgang.

Von 70 Nadeln des Exemplars der P. e. var. *virgata* zeigten 20% zwei, 44% einen und 36% keinen Harzgang.

5. Abänderungen in der Anordnung der Nadeln.

Sie sind:

aufrecht, dem Trieb anliegend, an dem Haupttrieb d. gew. Form;

aufrecht abstehend, oft sogar nach auswärtsgekrümmt: an Haupt- und Seitentrieben von Schlangen- und astlosen Fichten;

ringsherum nahezu gleichmässig abstehend an den Haupt- und Seitentrieben der Wipfelregion hochalpiner Krüppelbäume und an den Zweigen der Hängefichte;

einseitswendig nach oben stehend, dabei die seitlichen von unten säbelförmig gekrümmt: an kräftigen Seitentrieben alpiner hochstämmiger Bäume;

oberseits rings herum abstehend, unterseits gescheitelt: bei beschatteten untern Seitentrieben;

(Vergleiche dazu die Fig. 30 bei Hempel und Wilhelm 89.)

6. Färbung der Nadeln.

Sie wird bedingt durch die Kombination folgender Farben:

1. das durch die farblose Epidermis durchschimmernde Grün des Assimilationsgewebes;
2. die Abdämpfung desselben durch die Epidermis;
3. die weissen Pünktchen, welche den Spaltöffnungen und ihren mit einer Wachsausscheidung ausgefüllten äussern Atemhöhlen entsprechen;
4. die weisse Färbung, welche durch eine diffuse Wachsausscheidung zwischen den Spaltöffnungen hervorgerufen wird;
5. die feinen weissen Punkte, welche durch einzelne wachsgefüllte Idioblasten der Epidermis hervorgerufen werden.

Die Kanten sind immer grün, da hier die Abdämpfung derselben nur durch die Epidermis und die wenig wirksamen Idioblasten bewirkt wird.

Die etwas vertieften Flächen sind mehr weniger weisslich bereift, weil hier die Spaltöffnungen in 2—7 Reihen liegen und dazwischen oft noch Wachsausscheidung sich findet.

Die Gesamtfarbe der Nadel und des Baumes wechselt also vom Dunkelgrün bis zum weisslichen Schimmer. Der Grad der Bereifung ist abhängig:

erstens von einer erblichen, vom Standort unabhängigen Disposition; nebeneinander stehende Bäume können oft sehr stark von einander differieren;

zweitens von der Beleuchtung: durch das Licht wird sie gesteigert. Am gleichen Baum sind die besonnten obern Partien oft bereift, die untern beschatteten dagegen nicht;

drittens (in manchen Fällen) von der morphologischen Stellung der Nadel: die dem Zweigende zugekehrten Flächen der Nadel können à priori stärker bereift sein als andere.

Einen sehr schönen derartigen Fall konstatierte ich an einer ganz auffallend bläulichweiss schimmernden Fichte von Buttes im Neuenburger Jura, oben Seite 143 als *Picea excelsa* Lk., var. *europaea* Tepl., subvar. *coerulea* Breinig angeführt. Zweige dieser prächtigen Form wurden von Hrn. Otto Froebel veredelt.

Herr Pillichody schreibt mir über diese Fichte: „Ich fand oberhalb Buttes, am Waldrand gegen die Weide, eine üppig wachsende jüngere Fichte, die sich schon von weitem durch ihre Färbung von den umstehenden Fichten unterschied. Wäre nicht die Form der Benadelung zu charakteristisch gewesen, so hätte ich sie unbedingt für eine Weisstanne angesehen."

Die nähere Untersuchung der mir übersandten Triebe ergab folgendes:

Um klare Bezeichnungen zu schaffen, wollen wir die beiden dem Zweigende zugekehrten Flächen der Nadel, also die morphologische Oberseite derselben, nach dem Vorgang der Zoologen als proximale bezeichnen, die beiden die morphologische Unterseite bildenden als distale. Dann können wir die Begriffe „Oben" und „Unten" eindeutig für die räumlichen Beziehungen reservieren, ebenso Bauch und Rücken.

An den mir vorliegenden starken Seitenzweigen zeigte sich nun folgendes: Bei den aufrecht stehenden, also gleichmässig beleuchteten Nadeln der Lichtseite (Oberseite) ist stets die proximale Seite stärker bereift als die distale. Es ist also die proximale Seite von vornherein erblich disponiert zu starker Entwicklung der Spaltöffnungen und des Wachsüberzugs.

Diese Bevorzugung der morphologischen Oberseite der Nadel für die Bildung von Spaltöffnungen ist bei *Picea excelsa* ein vereinzeltes Vorkommen; gewöhnlich sind alle vier Seiten der Nadeln gleich ausgebildet. In zwei verwandten Sektionen derselben Gattung, bei den Sektionen *Omorika* und *Casicta*, erreicht diese Tendenz ihr Maximum, indem dort nur die Oberseiten spaltöffnungsführend sind.

Die einzige Angabe, die ich in der Litteratur über eine solche ungleiche Verteilung der Spaltöffnungen bei *Picea excelsa* finde, rührt von Wettstein (91, Seite 532) her.

Er findet bei älteren, im dichten Schluss stehenden Fichten und an solchen in der Nähe der obern Verbreitungsgrenze an blühenden Aesten abgerundet vier kantige Nadeln, die breiter sind als hoch und die Spaltöffnungen vorherrschend auf der Oberseite tragen, oberseits 3—6 Reihen, unterseits keine bis 2 Reihen; dadurch nähern sie sich sehr denen der *Picea Omorika* Pauic.

Beobachten wir nun eine horizontal orientierte Nadel unserer bereiften *Picea excelsa*, die also eine Licht- und eine Schattenseite hat, so sehen wir eine Tendenz, auf der Schattenseite die Spaltöffnung zu vermehren (wie es ja bei *Abies pectinata* in extremster Weise durchgeführt ist).

Es wirkt also

Spaltöffnung und Bereifung erhöhend;
Proximallage (angeborene Disposition);
Bauchlage (inducierte Wirkung);
Spaltöffnung und Bereifung vermindernd;
Distallage;
Rückenlage.

Auf den vier Flächen einer plagiotropen Nadel (die stets eine Kante nach oben richtet) kombinieren sich die Faktoren in folgender Weise (wir bezeichnen dabei bereifungsvermehrende Einflüsse mit +, bereifungsvermindernde mit —):

1. Bauchständige Proximalfläche:
   morpholog. Lage +
   räumliche Lage +
2. Rückenständige Proximalfläche:
   morpholog. Lage +
   räumliche Lage —
3. Rückenständige Distalfläche:
   morpholog. Lage —
   räumliche Lage —
4. Bauchständige Distalfläche:
   morpholog. Lage —
   räumliche Lage +

Es muss also Nr. 1 am stärksten, Nr. 4 am schwächsten bereift erscheinen. Die Figur 29 Nr. 4 zeigt, dass dem in der That so ist. Die Figur stellt die Projektion eines plagiotropen Seitensprosses auf eine Vertikalebene dar; von den Nadeln sind nur drei gezeichnet, eine auf der Rückenseite und zwei auf den Flanken des Sprosses. Die Spaltöffnungsreihen sind mit Punkten bezeichnet, der Grad des Wachsüberzuges durch einen dünnen oder dicken Strich.

Die distalen Rückenflächen haben (es wurde eine grosse Zahl von Fällen untersucht) nur 3—4 Spaltöffnungsreihen und keinen oder sehr schwachen Wachsüberzug.

Die proximalen Bauchflächen, bei denen beide Ursachen bereifungsverstärkend zusammenwirken, haben 5—7 Spaltöffnungsreihen und stets starken Wachsüberzug.

Das sind die beiden Extreme; die dazwischenliegenden Bauchproximalflächen und Rückendistalflächen haben 4—6 Spaltöffnungsreihen und wechselnden Wachsüberzug.

Auch die Gesamtwirkung der Bereifung beim Anschauen des Zweiges von verschiedenen Seiten her stimmt mit dieser Verteilung überein. Am weissesten erscheint der Zweig schief, von vorn und unten gesehen, am grünsten schief von hinten und oben.

7. Behaarung der Nadeln.

Nach v. Tubeuf 96 sind die Cotyledon- und Primärblätter derb gesägt; bis zum 10. Altersjahr kommen solche Sägezähne vor. „Die Nadeln alter Pflanzen, besonders die dicken Nadeln der Bäume, sind ganz glatt; dagegen zeigen kurze und breit bleibende Nadeln als Uebergänge zu den Knospenschuppen wieder Haare. Solche Nadeln sitzen dem schuppenförmig verbreiterten Blattgrund als immer kleiner werdende Lamina auf, sind aber nicht an allen Knospen zu finden. Die Knospenschuppen sind stets behaart."

Die Oberfläche der einjährigen Triebe ist bekanntlich von den Nadelkissen bedeckt. Diese sind bald kahl, bald mehrweniger behaart. Alle Beobachter bestätigen übereinstimmend, dass für keine Zapfenvarietät die Konstanz der Behaarung nachgewiesen werden kann.

Bewimperung der Nadel mit starken steifen Haaren fand ich bis jetzt einzig an den Nadeln der oben erwähnten blauen

Fichte von Buttes (siehe Fig. 29, Nr. 3) und zwar nur an einem starken Primärast, nicht an den weitern Astgenerationen.

8. Die Zuspitzung der Nadeln

variiert in den in Figur 27 dargestellten Grenzen.

9. Unterscheidung der Spielarten nach dem Nadelbau.

α) Nach den Dimensionen:

12. **Picea excelsa** Link, lusus **brevifolia** Cripps (citiert nach Wittrock 87), wohl identisch mit *parvifolia* Steuroos 93. Niedrige, 90 cm bis 1,8 m hohe Büsche bildend, mit 2—5,5 mm langen Nadeln. Von Bröndel in Jemtland (Schweden), von Steuroos in Nyland (südl. Finnland) gefunden; wahrscheinlich identisch mit lusus *nana* Carr.!

13. **Picea excelsa** Link, lusus (oder var.?) **nigra** Willkomm, Forstl. Flora, 1. Aufl. 1872, Seite 66 — *Abies exc. nigra* Loudon. — Die **„Doppeltanne"** des Berliner Weihnachtsmarktes (vergl. auch Luerssen 87 u. Potonié 89).

Nadelkissen dicht behaart, Nadeln derb, bis 18 mm lang und 1,5 mm dick, im Querschnitt fast quadratisch, mit säbelförmiger Krümmung und stumpfem Ende, dunkelgrün. Zweige auf der Oberseite bürstenförmig benadelt. — Erz- und Riesengebirge.

Ueber die Berechtigung dieser Varietät kann nur auf Grund weiterer Untersuchungen geurteilt werden; die Beschreibung stimmt vollständig auf üppige Triebe der Normalform.

β) Nach der Farbe.

14. **Picea excelsa** Link, lusus **aurea** Carrière (Conif. 2. Aufl.). **Die Goldfichte,** mit teilweise goldgelben Nadeln. Einen derartigen „Sportzweig" konstatierte Verf. an einer grossen Fichte in der Viamala; am Endtrieb waren die Nadeln vollkommen gelb, am vorletzten Trieb aus gelb und grün gescheckt. Der Zweig wurde von Hrn. Froebel gepfropft. Auch Pacher und Zwanziger erwähnen eine solche Varietät aus Kärnthen.

15. **Picea excelsa** Link, lusus **variegata** Carrière (Conif. ed. 2.). Die **Buntfichte** = *versicolor* Wittrock, mit weissbunten Nadeln, kommt wildwachsend in Finnland (Satakunta, bei Helsingfors) vor. (Elfving, S. 113.)

D. Spielarten durch Abänderung im Zapfenbau.

16. **Picea excelsa** Link, lusus **triloba** Ascherson und Gräbner (97, Seite 199). **Die lappenschuppige Fichte.**

Diese Form ist auf einen einzigen im Harz bei **Blankenburg** von A. Braun (76) gefundenen Zapfen gegründet **worden, bei** dem wenigstens die untern Schuppen tief dreilappig **sind. Einen** Zapfen mit unregelmässig lappigen Schuppen, immerhin **so, dass auch** hier drei Hauptlappen vorhanden sind, hatte Wilhelm 88 **früher** schon abgebildet (siehe unsere Fig. 30); er **stammte von Mähren.**

Fig. 30. **Zapfen der Spielart triloba** Ascherson und Gräbner von Mähren, beschrieben von Wilhelm 88.
(Aus der österr. Forst- und Jagdzeitung 1888.)

Unter den von Soglio im Bergell erhaltenen 285 Zapfen einer ersten Sendung aus dem Bosco tenso fanden sich nicht weniger als 52 Stück, welche wenigstens teilweise dreilappige Schuppen aufwiesen (siehe unsere Figur 31). Sehr häufig ist nur der eine Lappen ausgebildet (Fig. 31, Nr. 6 u. 7) und dann allermeist derjenige der anodischen Seite der Schuppe; doch kann es am gleichen Zapfen wechseln.

Meist sind es nur die untern Schuppen eines Zapfens, welche die Abnormität zeigen; oft sind sie auf eine Schrägzeile beschränkt, während die benachbarten Schrägzeilen lauter normale Schuppen besitzen. Niemals zeigten alle Schuppen die Einschnitte.

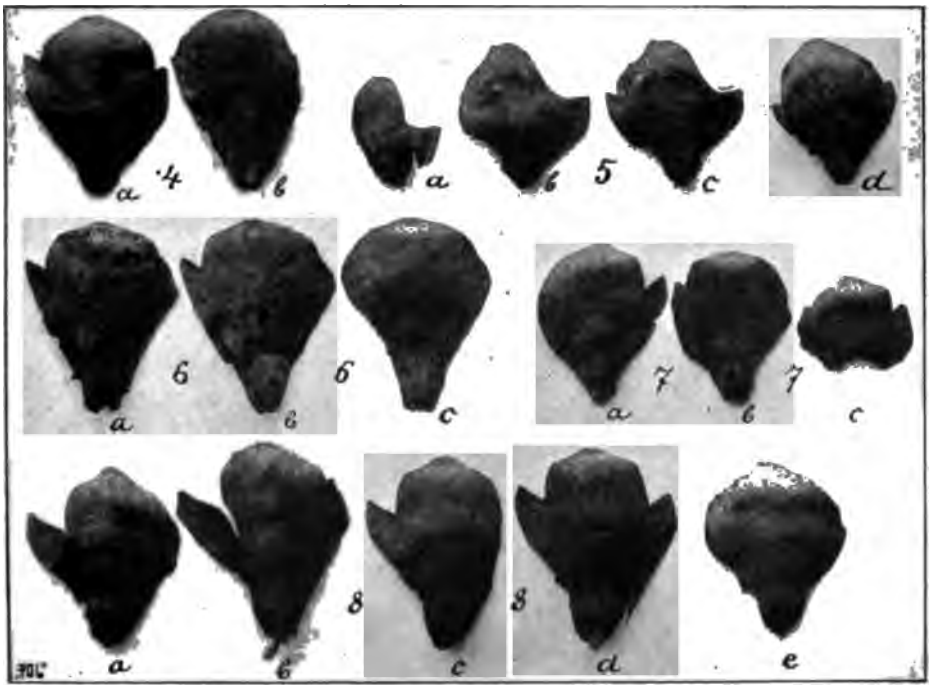


Fig 31. **Schuppen von Zapfen der Spielart triloba** Ascherson und Gräbner von Soglio im Bergell.
Nr. 5, 7, 8 a—d vom Grunde des Zapfens.
Nr. 4, 6, 8 e aus der Mitte des Zapfens.

Bei starker Ausbildung der Abnormität zeigt der geöffnete Zapfen ein sehr eigentümliches Aussehen (siehe Figur 32), indem die spitzen Seitenlappen als scheinbar isolierte Gebilde über die Schuppen vorragen; man ist geneigt, sie für Samenflügel zu halten, bis ein näheres Zusehen die Verbindung mit den Schuppen zeigt.

Eine Annäherungsform mit einzelnen lappigen Schuppen zeigte ein Zapfen von einer Schirmtanne ob Adelboden, Kt. Bern (leg. Coaz).

Bei einer zweiten Sendung aus Soglio (349 Zapfen) von einer andern Stelle desselben Waldes fand sich kein Stück mit lappigen Schuppen.

Fig. 32. **Zapfen der Spielart triloba** Ascherson und Gräbner von Soglio im Bergell.

Es ist also diese Zapfenspielart in ausgeprägter Form bis jetzt nur bekannt vom Harz, von Mähren und von Soglio. Ob jeweilen alle Zapfen desselben Baumes lappige Schuppen haben und ob damit noch andere Merkmale parallel gehen, muss weiter untersucht werden.

Anhang zu: Spielarten der Fichte.

A. Hemmungserscheinungen an Zapfen.

1) **Krüppelzapfen.** Es wurde an Fichtenzapfen von Brügger 76 und Cramer (ebenda) eine eigenartige Abnormität an Fichtenzapfen beschrieben. Sie besteht darin, dass an einer wechselnden Zahl von Schuppen im obern Teil der Zapfen die obere Schuppenhälfte in scharfem Winkel zurückgebrochen erscheint; der Zapfen ist daneben normal ausgereift, allermeist etwas kleiner, aber mit wohlausgebildetem Samen. Da von aussen nur der herabgeschlagene Schuppenteil zu sehen ist, so sieht der abnorme Teil des Zapfens wie ein umgekehrter normaler Zapfen aus, und das Ganze macht den Eindruck, als ob zwei Zapfen mit den Spitzen miteinander verwachsen wären. Dabei ist die Trennungslinie zwischen unterem normalem und oberem abnormalem Teil oft schief (siehe Fig. 33, Nr. 7—11).

Cramer hat diese Erscheinung als eine „partielle Hemmungsbildung" durch unbekannte Ursachen bezeichnet.[1]) Bei der normalen Entwicklung des Zäpfchens sind die Schuppen

zuerst ganz aufgerichtet (vor der Blüte), siehe Fig. 33, Nr. 1 u. 2;

dann in ihrem obern Teil in scharfem Winkel zurückgebrochen (während der Blüte), siehe Fig. 33, Nr. 3—4;

zuletzt wieder ganz aufgerichtet (Fig. 33, Nr. 6).

Diese Aufrichtung des obern Teils unterblieb an den „Krüppelzapfen", während die übrigen Reifungserscheinungen ungestört ihren Fortgang nahmen (Vergrösserung, Verholzung, Verdickung der Schuppen, Reifen des Samens). Nur in den Dimensionen erfolgt meist eine allgemeine Hemmung.

---

[1]) Cramer sagt (l. c., Seite 157): „Damit die in der Jugend abwärts gerichteten Schuppen sich später aufrichten, muss an der untern Seite derselben in der Nähe ihrer Insertionsstelle später verstärktes Wachstum eintreten!... Ich fand bei allen von mir darauf untersuchten Zapfen den untern Teil der Schuppen aufgerichtet und nur den obern zurückgeschlagen: die Knickung erfolgte etwa im untern Drittel (siehe Fig 33, Nr. 5). Das verstärkte Wachstum musste also nicht an der Basis, sondern weiter oben eintreten. Auch am normalen blühenden Zäpfchen verhält sich die Sache so.

Solche „Krüppelzapfen" wurden bisher gefunden:

In der Schweiz.

Kt. Graubünden:

1. Bei Langwies im Schanfigg:
   a) ein einziges Bäumchen mit lauter Krüppelzapfen, leg. Saluz 1872 (Brügger 74);
   b) um Langwies zahlreich in vielen Waldungen der Sonn- und Schattenseite, 1400—1600 m, leg. Forstadjunkt Steiner 1882. „Meiner Schätzung nach mögen die abnormen Zapfen die normalen wohl an Zahl erreicht haben." Brief des Hrn. Steiner an Herrn Oberforstinspektor Coaz, von letzterem mir freundlichst zur Verfügung gestellt. Der Finder erwähnt, dass Prof. Brügger die Erscheinung mit der infolge des nassen und kalten Sommers mangelhaften Bestäubung in Zusammenhang bringe; infolge ausbleibender Befruchtung sei auch der Reiz unterblieben, der die Aufwärtskrümmung veranlasse. Diese Auffassung kann nach obigem nicht mehr aufrecht erhalten werden.
2. Bei Bergün am Ausgang des Val Tisch, bei ca. 1400 m, ein Baum mit lauter Krüppelzapfen, leg. Gregori (Brügger 74).
3. Somvixer-Thal, leg. Brügger 74.
4. Val d'Err bei 1490—1700 m, leg. Brügger 74.
5. Bei Camogask im Oberengadin, 1850 m, leg. Coaz (Sammlung der eidg. Forstschule). Einzelne Schuppen mitten unter abnormen sind normal!
6. Im Walde Munt bei Zernetz, 1700 m, leg. Coaz (ibidem).
7. Hehlzügli in Davos-Glaris, leg. Coaz (ibidem).

Kt. St. Gallen:

8. Am Alvier bei 1470 m, leg. Held (Brügger 84).
9. Im Kaltbrunner Steinbachgebiet (Runsernwald), 1100 m, leg. Coaz (l. c.).

Kt. Zürich:

10. Auf dem Pfannenstiel, ca. 600 m, leg. stud. forest. Pometta (Herb Helv. d. eidg. Polyt.)

Kt. Glarus:

11. Durnachthal bei Linthal, 1100 m, leg. Coaz (l. c.).

Kt. Bern:

12. Bitschwald ob Ebligen am Brienzersee beim Berggut Binzera, 550 m ü. M., leg. Coaz (l. c.), Zapfen bis 8 cm lang.
13. Bei Oberried am Brienzersee, leg. Coaz (Brügger 84).
14. Gündlischwanden im Berner Oberland, unter der Schynigen Platte, 1800 m, leg. Coaz (l. c.).

Kt. Luzern:

15. Auf dem Rigi zwischen Rigischeideck und Rigistaffel, ein Zapfen. (Mündl. Mitteilung von Herrn Prof. Felber.)

Kt. Uri:

16. Im Bannwald ob Altorf, leg. Coaz (Brügger 84).

Kt. Wallis:

17. Zwischen Visp und Birch, leg. Coaz (Brügger 84).

Kt. Waadt:

18. La Grivinne, vers les Rousses, nördlich von St-Cergues, Jura; Zapfen 12 cm lang, nur die obersten Schuppen umgekehrt, leg. Coaz (l. c.).

In Deutschland:

19. Bei Aschaffenburg, leg. Doebner 75.

20. Bei Sondershausen, leg. Irmisch (Braun 74).

21. Bei Eisenach, leg.? bei Braun 74.

22. Bei Straussberg in der Mark, leg. bei Braun 74.

(Braun selbst erklärt, unter den tausenden von ihm untersuchten Zapfen noch nie einen derartigen Krüppelzapfen gesehen zu haben).

In Oesterreich:

23. Um Johannisbad in Böhmen, leg. Prof. Stenzel 81.

In Livland:

24. Berg 87 bildet auf Taf. XI, Fig. N, einen derartigen Zapfen ab und sagt dazu: „Ich habe auch Zapfen gefunden, deren Schuppenspitzen ganz zurückgeklappt sind, und zwar haben dann meist alle Zapfen an demselben Baum diese Eigentümlichkeit mehr oder weniger stark ausgebildet."

Bei der Tafelerklärung heisst es: „Der Zapfen N hat ganz zurückgeklappte Schuppenspitzen, eine Eigentümlichkeit, die so hochgradig allerdings selten ist, in geringerem Grade aber öfter vorkommt."

Verfasser verdankt der Liebenswürdigkeit des Herrn Grafen Berg auf Schloss Sagnitz bei Dorpat einige weitere Krüppelzapfen, die ebenfalls aus Livland stammen. Sie sind in Fig. 33, Nr. 9—11, abgebildet.

Zu den Ausführungen Brüggers und Cramers habe ich nur wenig hinzuzufügen.

1. Die Abnormität tritt nicht nur an der nordischen, sondern auch an der gemeinen Fichte auf, worauf schon Braun 74 hinwies.

2. Die Hemmung des Längenwachstums des ganzen Zapfens ist keine allgemeine Begleiterscheinung (Zapfen bei Nr. 12 8 cm, bei Nr. 17 sogar 12 cm lang).

3. Es kann mitten unter den zurückgebrochenen Schuppen eine normale auftreten (siehe Fig. 33, Nr. 7).

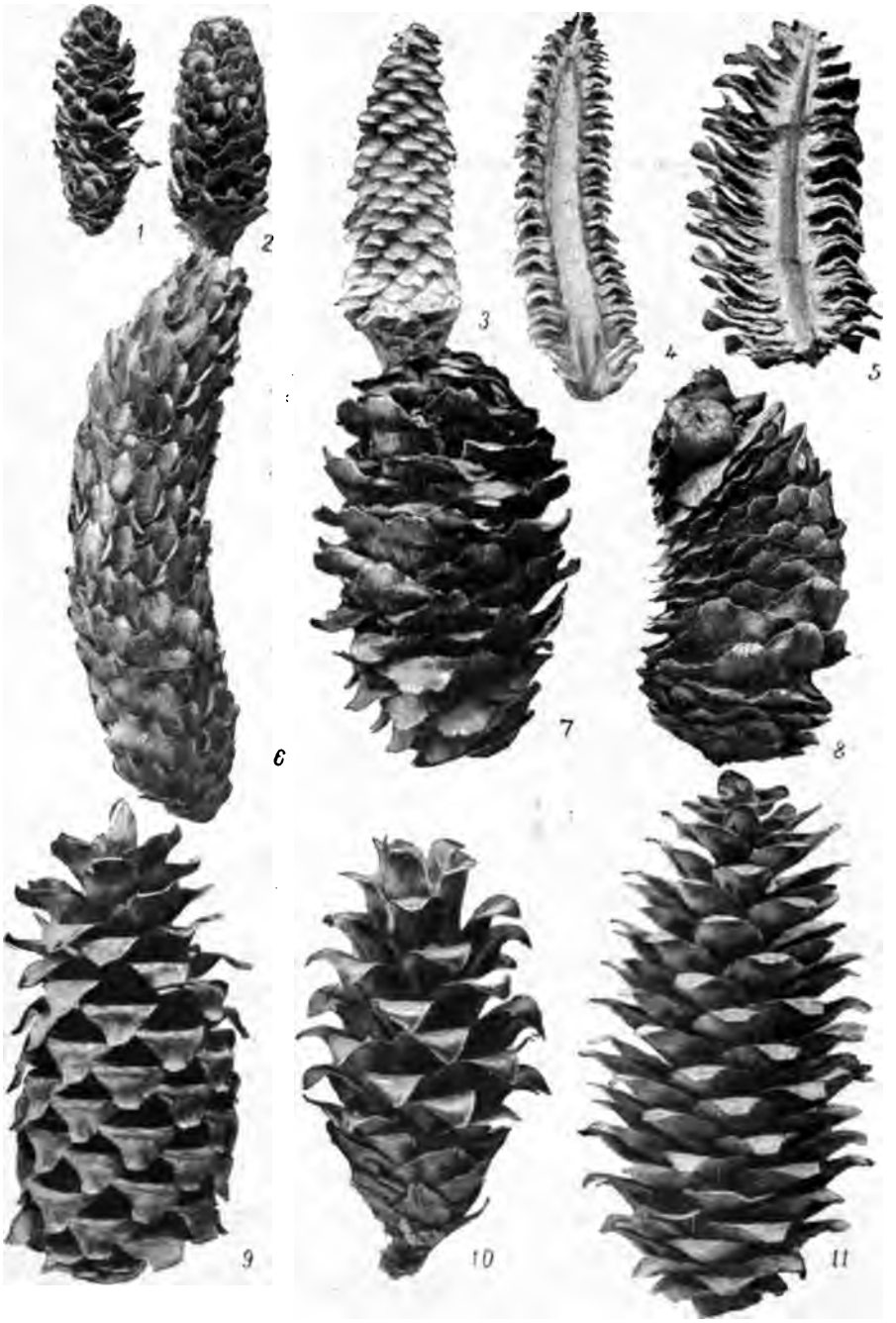


Fig. 33. **Hemmungs-Erscheinungen an Fichtenzapfen.**

Nr. 1 u. 2: Durch Frost im ersten Stadium fixierte junge Zäpfchen, vor der Blüte, mit aufgerichteten Schuppen.

Nr. 3 u. 4: Zum Vergleich: normales blühendes Zäpfchen mit herabgeschlagenen Schuppen.

Nr. 5, 7—11: „Krüppelzapfen", d. h. verholzte und ausgereifte Zapfen, bei denen aber die Herabbiegung der obern Schuppenhälfte aus dem Blühstadium geblieben ist.

Nr. 5 aus der Schweiz (Fundort unbekannt), die linke Seite normal, die rechte mit herabgeschlagenen Schuppen.

Nr. 7. Von Camogask im Oberengadin, 1850 m leg. Coaz
zeigt mitten unter normalen herabgeschlagene Schuppen.

Nr. 8. Vom Walde Munt bei Zernetz, 1700 m leg. Coaz
zeigt die schiefe Trennungslinie zwischen normalen und herabgeschlagenen Schuppen.

Nr. 9—11: Von Sagnitz bei Dorpat in Livland. Nr. 9 von einer normalen, Nr. 10—11 von einer Sumpffichte.
Zeigen Uebergangsstufen vom Krüppelzapfen zum Normalzapfen. Nr. 9 erinnert auffallend an einen Kiefernzapfen mit seinen Apophysen.

Nr. 6: Zapfen der var. *squarrosa* Jacobasch. Originalexemplar von der Insel Rügen.

4. Es giebt Uebergänge zum normalen Verhalten. Solche sind in Fig. 35 dargestellt. Bei Nr. 9 ist etwa das obere Drittel der Schuppe in scharfem Winkel zurückgebrochen; es sieht ganz wie eine Apophyse von Pinus aus! Daran würden sich zwei Zapfen schliessen, deren Photographie mir Herr Graf Berg freundlichst mitteilte: hier ist nur der oberste Schuppenrand in scharfem Winkel umgeschlagen; die allmähliche Aufrichtung desselben endlich zeigen die Nummern 10 und 11 der Fig. 33.

Die Ursache dieser merkwürdigen Hemmungserscheinung (die übrigens auch bei der Weisstanne von Brügger und Coaz nach Penzig 94, Bd. II, S. 506, beobachtet worden ist!) ist durchaus unbekannt. Von den 26 Krüppelzapfen, die ich untersuchen konnte, zeigten 11 gar keine Spur von Frass, 15 dagegen waren von Insektenlarven (wohl meist *Grapholitha strobilella*) angegriffen. Das ist wohl eine zufällige Erscheinung, nicht die Ursache der Missbildung, denn ich habe hunderte von angefressenen Zapfen mit normalen Schuppen untersucht.

Doch kann nur die Untersuchung jüngerer Stadien über die Frage der parasitären oder spontanen Entstehung der Hemmung sichern Aufschluss geben.

Standortseinflüsse scheinen nicht massgebend zu sein. — Berg konstatierte seinen Krüppelzapfen, Fig. 33, Nr. 9, an gesunden

Fichten, während die sonst zu Abnormitäten aller Art geneigte Sumpffichte nur die beinahe normalen Formen Nr. 10 und 11 lieferte.

Dagegen scheint mir eine innere erbliche Disposition nicht ausgeschlossen zu sein. Dafür spricht die Thatsache, dass in drei Fällen (Nr. 1a, 2 u. 24 unseres Standortsverzeichnisses) der Baum lauter Krüppelzapfen trug.

2) Die **„Squarrosa"-Zapfen.** Jacobasch 83 und 93 hat als var. *squarrosa* eine Fichtenabart beschrieben, die er auf Rügen und am Harz[1]) fand. Die Zapfen sind ausgezeichnet durch

„sehr lang geschnäbelte, stark wellige, sparrig abstehende, stark gerillte, weizengelbe, bereifte, dünnhäutige Zapfenschuppen", ferner durch dicht stehende, kurze, meergrüne Nadeln und noch andere Merkmale (siehe Fig. 33, Nr. 6 u. Tabelle Kolonne 9).

Nach der Einsicht von Originalexemplaren, die ich der Freundlichkeit des Hrn. Jacobasch verdanke, glaube ich diese Abart vorläufig hier einreihen zu sollen als „partielle Hemmungsvarietät". Die partielle Hemmung würde sich hier nur auf die Verdickung und Verholzung der Schuppen erstrecken, welche hier unterbleibt. Die Samen reifen auch hier normal aus, und der Zapfen öffnet sich vollständig.[2])

Ascherson und Graebner (97, S. 199) scheinen einer ähnlichen Auffassung zu huldigen, wenn sie sagen: „Diese auch von Braun (76, S. 15) erwähnte Form kombiniert sich mit den verschiedensten Gestalten der Schuppen." Es haben demnach diese Autoren die *squarrosa*-Form auch an andern Zapfen-Varietäten beobachtet.

Meine Beobachtungen liegen etwas anders. Die von Herrn Jacobasch mir gütigst eingesandten Zapfen von Rügen, dem Harz und Jena zeigten ausnahmslos die vorgezogene Spitze und wären nach unserer Skala zu *acuminata* oder *„versus acu-*

[1]) Nach freundlicher schriftlicher Mitteilung seither auch am Taunus bei Homburg, im Langk bei Grünewalde in der Niederlausitz und im Isserstetter Grunde bei Jena.

[2]) Auffallend ist die Aehnlichkeit der kleinern Zapfen dieser Form mit denjenigen der *Picea sitchensis* Trautvetter und Meyer und von *Picea ajanensis* Fisch; auch hier sind die Schuppen dünn, biegsam, nicht anliegend bei geschlossenen Zapfen.

minata" zu rechnen. Auch unter den 284 von Soglio stammenden Zapfen fand ich eine ledrige biegsame Konsistenz der Schuppen, eine helle Farbe und starke Rillung derselben, immer mit vorgezogener zweispaltiger Spitze verbunden (bei 48 Stück).

Wenn wir endlich die Tabelle vergleichen, so finden wir eine Reihe von übereinstimmenden Merkmalen bei der var. *chlorocarpa* von Purkynè und namentlich von Brenot und Schaefer und der Jacobasch'schen *squarrosa*.

Nur umfassende vergleichende Untersuchungen können die Frage entscheiden, ob die *squarrosa*-Form eine bei allen Zapfenformen mögliche Hemmungsbildung, ob sie eine nur der *chlorocarpa* zukommende Eigentümlichkeit, oder ob sie endlich eine besondere Abart ist.

3) **Sistierung der ganzen Entwicklung** (durch Frost?). Am 13. September 1896 trafen wir im Dala-Thal, am Weg nach Leukerbad, auf einer ziemlich langen Strecke, die Fichte mit lauter aufrechten kleinen Zäpfchen besetzt. Eine nähere Untersuchung ergab, dass es junge Zäpfchen vor, während und nach der Blüte waren, die in ihrer Entwicklung auf diesen verschiedenen Stadien sistiert waren. Sie waren abgestorben, aber doch consistent und fest, die ältern ziemlich stark verholzt (siehe Fig. 33, Nr. 1 u. 2).

4) **Parasitäre Hemmung.** Von Insektenlarven angefressene Zapfen zeigen folgende Erscheinungen:

sie bleiben kleiner;
die Schuppen bleiben dünner und unebener;
die Schuppen öffnen sich nicht;
die Samen sind oft hohl.

Unter der ersten Sendung der Zapfen (Anfang März) von Soglio fanden sich unter den 285 Zapfen folgende Fälle:

1. Vorletztjährige Zapfen mit ausgeflogenen Samen, intakt — wenige.

2. Vorletztjährige Zapfen, durch *Anobium*-Larven angefressen — ziemlich viele.

3. Letztjährige Zapfen, stark durch *Grapholitha strobilella*[1]) angefressen, stets die Spindel ausgehöhlt, die Schuppen dünn und

[1]) Die Bestimmung dieser und der andern Insekten verdanke ich der Freundlichkeit meines Kollegen Dr. Standfuss, dem ich auch hier meinen besten Dank ausspreche.

uneben, die Zapfen geschlossen bleibend, die Samen meist ausgefressen oder hohl; weitaus die Mehrzahl der letztjährigen Zapfen war in diesem Zustand.

Neben grossen Mengen von *Grapholitha strobilella* fanden sich in diesen Zapfen noch in beträchtlicher Zahl:

Schlupfwespen (*Chalcidier*),

Dipteren (*Cecidomyia* spec.).

4. Klein gebliebene Kümmerzapfen, geschlossen bleibend, mit dünnen, wellig gebogenen Schuppen, den *squarrosa*-Zapfen ähnlich; meist schwach angefressen durch sehr klein bleibende Exemplare der *Grapholitha*.

Vermutlich sind dies spontane Kümmerzapfen, und das Kleinbleiben der Schmarotzer derselben erklärt sich aus dem Nahrungsmangel.

Diese „Hemmungsbildungen" sind in theoretischer Hinsicht von grossem Interesse.

Sie zeigen zunächst, dass die verschiedenen Prozesse, die in ihrer Gesamtheit das „Reifen" ausmachen, in gewissem Grade unabhängig von einander sind.

Bei den Krüppelzapfen reift der Zapfen normal heran; er erleidet dabei

meist eine allgemeine Hemmung in den Dimensionen (nicht immer);

stets eine auf eine bestimmte, obere Region beschränkte Hemmung, die sich nur auf die das Geradestrecken der Schuppen bedingenden Prozesse erstreckt.

Dass dabei die Hemmung nicht in der Zapfenachse liegt, beweist das Vorkommen einzelner normaler Schuppen mitten unter abnormalen (siehe Fig. 33, Nr. 7).

Sie zeigen ferner, dass durch solche Hemmungserscheinungen die Organe anderer Species täuschend nachgeahmt werden können: Die *Squarrosa*-Zapfen gleichen vollkommen denen der *Picea Sitchensis*.

Das ist um so interessanter, als die Sitkafichte einer Gruppe von Arten angehört, die durch die Omorikafichte (*P. omorica* Panc.) mit unserer Fichte systematisch und räumlich eng verknüpft ist und vielleicht den Ausgangspunkt unserer Fichte darstellt. Dann hätten wir in den *Squarrosa*-Zapfen das blitzartige Wieder-

aufleuchten eines uralten Merkmals zu erblicken, einen sehr merkwürdigen Atavismus.

B. Ungenügend bekannte Abänderungen.

Anhangsweise muss hier auf eine Anzahl unklarer Formen der Fichte hingewiesen werden, deren Bedeutung nur durch ausgedehnte Untersuchungen unter Mitwirkung der Förster klargelegt werden kann.

Es handelt sich um folgende Abänderungen:

Die rot- und die grünzapfige Fichte, die von Beckmann, Huber, Purkynè, Brenot, Schaefer und Jacobasch unterschieden wurden.

Die Hasel- und Weissfichte, nach Holzqualität und eigenartigem mikroskopischem Bau unterschieden.

Die *Squarrosa*-Form von Jacobasch (s. oben).

In beifolgender Tabelle*) sind die Merkmale dieser Formen übersichtlich dargestellt und noch die *alpestris* Brügger beigefügt, welche zur rotzapfigen Fichte Beziehungen hat.

Aus dieser Tabelle geht folgendes hervor:

In Deutschland (Rügen, Harz, Riesengebirge), Oesterreich (Böhmen), Frankreich (Jura und Savoyeralpen) werden seit dem letzten Jahrhundert zwei durch Färbung der unreifen Zapfen verschiedene Formen unterschieden. Die französischen Forstmänner haben dabei ihre Beobachtungen ganz unabhängig von den Deutschen und Oesterreichern gemacht.

Alle Beobachter finden übereinstimmend, dass

1. Die grünzapfige Fichte sich später im Jahr (Spätfichte), die rotzapfige früher (Frühfichte) entwickelt.
2. Die grünzapfige Fichte viel lockerer gestellte Nadeln hat, nur ungefähr halb so viel pro laufendem Centimeter.

Streitig dagegen ist

1. Das Verhältnis zur Schuppenform.

Brenot und Schaefer schreiben der rotzapfigen Fichte gerundete, der grünzapfigen stark vorgezogene Schuppen zu.

Purkynè fand es anfangs (1877) ebenso, meint aber später (1880), dass die Schuppenform nicht konstant sei.

Jacobasch findet es eher umgekehrt.

---

*) Siehe am Schlusse dieser Abhandlung.

2. Die Beziehungen zu den Eigenschaften des Holzes.

Besonders weisses und leicht spaltbares Holz wird zugeschrieben

a) Der grünzapfigen Fichte von Huber und Purkynè,

b) Der rotzapfigen, mit sparrigen Zweigen versehenen, von Brenot und Schaefer, während ihre grünzapfige „*epicea pleureur*", mit lang hängenden Sekundärzweigen, ein rötlicheres, weniger leicht spaltbares Holz besitzt.

c) Der mit hängenden Sekundärzweigen versehenen „Zottel"- oder „Haselfichte" von Hartmann und Geschwind.

d) Der ebenso beasteten „Schindeltanne" von den Aelplern der deutschen Schweiz nach Schröter 95 u. 97.

e) Der mit starrem steifem Gezweig versehenen var. *alpestris* von Brügger 84—85.

Bei *c—e* wird von der Zapfenfärbung nichts ausgesagt.

Endlich ist die Beziehung der „echten Haselfichte" (Wilhelm in Hempel und Wilhelm 89) [mit Einbuchtungen an den Jahresringen und geflammtem Tangentalschnitt] zu den obigen Formen durchaus unklar.

Alle Beobachter aber (Br., Sch., H., G., W. u. B.) stimmen darin überein, dass weisses, besser spaltbares Holz vorzugsweise im Gebirge sich findet.

Doch liegt die Sache nicht so einfach, wie Kihlmann meint (90, Seite 152), dass einzig und allein die Gebirgslage diese bessern technischen Eigenschaften bedingt. Für die „Feinjährigkeit" trifft das wohl zu, nicht aber für die Weisse, die Spaltbarkeit und den geschlängelten Verlauf der Jahrringe. Hier finden sich an nebeneinander gewachsenen Bäumen Verschiedenheiten, die also auf angeborene erbliche Merkmale zurückzuführen sind.

Nur ausgedehnte, durch unsere Förster anzustellende Untersuchungen können die Widersprüche der bisherigen Angaben lösen und uns ein klares Bild des Zusammenhangs der Holzqualität mit andern Merkmalen des Baumes verschaffen.

Sehen wir ab von der Holzqualität, so scheint nach den bisher vorliegenden Beobachtungen (denen ich leider nichts wesentliches hinzufügen kann) Folgendes als das Wahrscheinlichste:

Es existieren von allen Fichtenvarietäten zwei parallele „saisondimorphe" Formen, eine „Frühform" und eine „Spätform".

Die erstere zeichnet sich durch frühzeitigeres Austreiben, Blühen, rote, unreife Zapfen und dichter gestellte Nadeln aus, die letztere durch spätere Entwicklung, grüne unreife Zapfen und locker gestellte Nadeln.

Die rotzapfige, dichtbenadelte Frühfichte scheint dem Gebirgsklima besser angepasst zu sein. Frühe Entwicklung, rote Färbung als lokaler Heizapparat (siehe Stahl, die Bedeutung des roten Blattfarbstoffs 1895) und dichte Benadelung sind dafür ja günstig.

Die grünzapfig lockerbenadelte Spätfichte gedeiht besser in der Ebene.

Deshalb findet man die rotzapfige meist mit den ebenfalls im Gebirge vorherrschenden runden Schuppen, die grünzapfige meist mit den in der Ebene herrschenden vorgezogenen Schuppen.

Wie sich die Färbung von unreifen Zapfen in Sibirien und an der Nordgrenze von Europa verhält, darüber fehlen alle Angaben.

Dass der „Saisondimorphismus" bei der Artbildung eine wichtige Rolle spielt, ist namentlich durch die Arbeiten Kerners und Wettsteins erwiesen.

III. Formen der Fichte („Wuchsformen").

Als eine „Form" im engern Sinn bezeichnet man die Gesamtheit derjenigen Individuen, welche durch ein nicht erbliches Merkmal von den übrigen sich unterscheiden. Dieses Merkmal ist also gleichsam ein „ontogenetisches"; es entsteht durch eine auf das Individuum einwirkende äussere Kraft und verschwindet

1. wenn man das Individuum unter andere Bedingungen bringt,
2. bei der Aussaat unter andern Bedingungen.

Die Formen der Fichte sprechen sich nur im Wuchs aus, mit dem die Nadelgrösse parallel geht; wir können daher hier auch von „Wuchsformen" reden.

A. Korrelationsformen.

Eine Korrelationsform besteht aus solchen Abänderungen im Wuchse, welche als Reaktion auf Verstümmelung entstehen.

Wir greifen unter den zahllosen Möglichkeiten hier eine Reihe von Formen heraus, die als habituell gut charakterisierte Gebilde meist als Reaktion auf wiederholten Knospenverlust auftreten. Sie sind für gewisse Gebiete, namentlich Gebirgs- und nordische Gegenden, bezeichnend.

Die Fichte zeichnet sich durch ein fast unbegrenztes Regenerationsvermögen durch Normalknospen aus. Wenn Endknospen verloren gehen, so sprossen, wie namentlich Frank 95 gezeigt hat, am Grunde der Jahrestriebe, aus der Achsel der Knospenschuppen zahlreich Ersatztriebe hervor.

Einen Ausschlag „aus dem Stock" dagegen zeigt die Fichte so wenig als die meisten andern Nadelhölzer.

α) Wiederholter Knospenverlust durch Eingriffe von Tier oder Mensch.

1.* Die **„Verbiss-Fichte"** („Ziegenfichte", Schröter 97, „Geissetannli" der Aelpler, „Fichtenform der Schmalviehweide" nach Eblin [schriftl.] „Grotze" der Aelpler pro parte [1]).

Die beste Darstellung über das Zustandekommen dieser unter dem Einfluss des Verbeissens durch Schafe oder Ziegen entstehenden Form giebt Fankhauser (87, Seite 61):

„Die Fichte ist bekanntlich dadurch ausgezeichnet, dass bei ihr in der Achsel jeder Nadel eine Knospe entstehen kann, welche sich im folgenden Jahre zu einem Zweig entwickelt. Die Folge davon ist, dass beim Verbeissen, als Ersatz der verlorenen Organe, eine äusserst reiche und dichte Beastung entsteht. Diese Zweige sind zwar, ihrer grossen Anzahl entsprechend, schwächer, im übrigen aber normal ausgebildet. Charakteristisch ist im fernern, dass diese Holzart das ihr eigene Bestreben, den Fuss zu decken, nicht verliert, und wenn sich auch von den obern Aesten oft mehrere gleichzeitig zu Gipfeltrieben zu erheben suchen, die untern doch ganz regelmässig nach der Seite fortwachsen, sodass die Pflanze eine stumpf-kegelförmige, bis auf den Boden heruntereichende Krone erhält. Diese typische Form behält sie sodann längere Zeit bei, sich wenig in die Höhe, aber beständig in die Breite ausdehnend. Ist schliesslich ihr Umfang so gross geworden, dass die Ziegen einen der Gipfeltriebe nicht mehr erlangen können, so geht derselbe rasch in die Höhe und bildet sich von da an mit vollkommen normaler Beastung zum Stamm aus."

„Auch bei mässigem Weidgang dürfte es meist 40, 50 bis 60 Jahre dauern, bis der Gipfel den Tieren entwachsen ist."

[1]) Nach Eblin (schriftl. Mitteilung) wird der Ausdruck „Grotze" in den Alpen ganz allgemein für niedrige Formen gebraucht (verbissene Form, Krüppelform der Holzgrenze, junge normale Exemplare).

Schaefer (95, S. 541) hat in Savoyen Verbissfichten von 1 m 30 Höhe und sogar 80 bis 90 Jahren Alter gesehen.

Bei sehr intensivem Verbeissen vermag die Pflanze die Kegelform nicht auszubilden; die untern Aeste sterben ab und das ganze Individuum geht schliesslich zu Grunde.

Die bedeutende Einbusse, die dabei der Baum an Zuwachs erleidet, geht aus folgendem Beispiel Fankhausers deutlich hervor:

Eine Verbissfichte von Gams hatte in 51 Jahren eine Höhe von 72 cm und eine Dicke von 6,7 cm erreicht; die Holzmasse derselben betrug 0,0007 cubm, während an demselben Standort ein nicht verbissener Baum füglich eine Höhe von 11 m, eine Stärke in Brusthöhe von 12 cm und einen Massengehalt von 0,07 cubm, also das Hundertfache des gegenwärtigen Volumens, hätte erreichen können.

Ist aber der Baum einmal dem Zahn der Ziege entwachsen, so gedeiht er ganz normal; wohl trägt er im untern Teil noch lange die zahlreichen dicht gedrängten Aestchen, aber im übrigen ist der Wuchs und das Holz ganz normal.

Ein Vergleich mit andern Holzarten ergiebt, dass nur die Kiefer, ähnlich wie die Fichte, durch horizontale Ausbreitung schliesslich eine schützende Hecke um ihren Gipfeltrieb bildet, sodass er in die Höhe schiessen kann.

Sehr häufig bilden sich beim Verbeissen mehrere Gipfeltriebe an Stelle eines einzigen. Wenn zwei oder mehrere gleichzeitig emporschiessen, so entstehen als sekundär aus der Verbissfichte entsprungene Formen:

2.* Die **Zwillingsfichte**, bei der zwei gleichstarke, sehr tief angesetzte Stämme, und

3.* Die **Garbenfichte** (Schröter 95), bei der 3 bis ca. 20 gleichstarke Stämme raketenartig von einer gemeinsamen Unterlage aufschiessen und schliesslich, durch gegenseitige Anpassung ihrer Astbildung, ein kombiniertes Individuum höherer Ordnung bilden.

Zwillings- und Garbenfichte können selbstverständlich auch auf anderem Wege als aus einer Verbissfichte entstehen: jeder frühzeitig erfolgte Verlust des Gipfeltriebs und Ersatz durch zwei bis mehrere Seitenäste führt zu ihrer Entstehung. Am häufigsten

aber findet man sie eben in Wäldern, wo das Schmalvieh Zutritt hat.

4.* Die **Schneitelfichte** (geschorene Fichte) ist eine künstliche Säulenform, hervorgebracht durch regelmässig wiederholtes Abschneiden der Seitenäste zur Verwendung als Einstreu oder Futter

Fig. 34. **Kandelaberfichte von St. Antönien mit zerstörtem Haupttrieb und 21 Sekundärwipfeln.**
(Aus dem landw. Jahrbuch der Schweiz, Bd. IX.)

für das Vieh (Schneitelstreu, Aststreu, Tannchris in der Schweiz, Schnatzstreu im Tirol). In manchen streuearmen Gegenden der Schweiz und Tirols wird dieses barbarische Verfahren, das den Baum natürlich ruiniert, in ziemlich ausgedehntem Masse betrieben. Die reichliche Bildung von Ersatztrieben macht die Krone solcher „geschneitelter" Fichten sehr dicht.

β) Einmaliger Verlust eines schon erstarkten Endtriebes.

5.* Eine **Kandelaberfichte** entsteht, wenn ein schon erstarkter Baum seinen Gipfeltrieb einbüsst (durch Schneedruck, Windbruch, Blitzschlag) und sich an seiner Stelle mehrere Seitenäste aufrichten, um Sekundärwipfel zu bilden. Häufig streben dann auch sekundäre und tertiäre Aeste aufwärts, sodass ein ganzer Gipfelwald aus einem Baum entstehen kann (siehe Fig. 34).

Solche Prachtsgestalten sind im Gebirge nicht selten (s. Fig. 34); aber auch in der Ebene finden sie sich hin und wieder. Larisch 88 beschreibt eine solche aus Bosnien; die „Gartenlaube" bildet im Jahrgang 1896, Nr. 45, S. 757, eine „Armleuchterfichte" von Offenbach a. M. ab etc.

Neben diesen durch korrelative Sekundärwipfelbildung entstandenen Kandelaberfichten giebt es aber noch eine zweite Kategorie von solchen, die bei ganz unversehrtem Hauptstamm eine Aufrichtung von Aesten zeigen.

Solche sind abgebildet bei Schübeler (73—75, S. 167) aus Norwegen und namentlich von Thomas 98 aus dem Harz (siehe Fig. 35); auch die von Benda 81 erwähnte Fichte gehört wohl hieher.

Thomas spricht die Vermutung aus, es möchte hier eine Spielart vorliegen, die an die vielen analogen aufrechtästigen Formen bei Koniferen erinnert. Auch mir scheint es am plausibelsten, dass diese Exemplare zur var. *erecta* zu rechnen seien.

γ) Sekundäre Wipfelbildung infolge von Kipplage des Stammes.

6.* Als **„Harfenfichten"** findet man Bäume bezeichnet, welche aus dem durch Wind oder Schneedruck in stark geneigte oder liegende Stellung gebrachten, aber nicht entwurzelten Stamm eine

Reihe hintereinanderstehende Aeste wie Tochterbäume reihenweise entsprossen.

Schübeler (73—75, S. 166) bildet einen solchen Baum aus Norwegen ab; Thomas 98 erwähnt eine in der Zeitschrift „Waidmanns Heil“ 1881, Nr. 4, abgebildete zehnwipflige Harfenfichte bei Frauenberg unweit Bruck an der Mur (Steyermark [1]).

Fig. 35. **Kandelaberfichte von Luisenthal in Thüringen, mit erhaltener Hauptachse und aufrecht angedrückten Sekundärwipfeln** (vielleicht aus einer Vertikalfichte, lusus *erecta* Schr., hervorgegangen.
(Nach Thomas in d. Thüringer Monatsblättern v. Febr. 1898.)

[1]) Mein Freund Prof. Dr. A. Heim machte mich auf eine hiehergehörige Erscheinung an der Fichte (und andern Bäumen) in Rutschgebieten aufmerksam. Sie zeigen Knickungen am Hauptstamm, entsprechend der Wiederaufrichtung des Gipfels nach Schiefwerden des Stammes durch Abrutschen der Unterlage. Bei wiederholten Rutschungen zeigt der Stamm mehrfache Knickungen, und oft lässt sich aus der Höhe derselben am Stamm das Rutschungsjahr genau ermitteln.

δ) Wiederholter Verlust von Gipfel- und Seitentrieben durch klimatische Faktoren.

Die Kandelaberfichte ist ein stattlicher Hochbaum aus der Region normalen Baumwuchses. Gegen die Grenze desselben im Norden und im Gebirge wird die Mehrwipfligkeit, verbunden mit reduziertem Höhenwuchs, besonders an windoffenen Stellen, immer häufiger, indem die Gipfeltriebe immer wieder durch Windwirkung zu Grunde gehen. Solche niedern Kandelaberfichten, wie sie Kihlmann auf Tafel 2—9 abbildet, leiten über zu den strauch- und mattenförmigen, stammlosen Formen; es sind gleichsam auf einem Stamm sich entwickelnde Strauchformen.

Ausgezeichnete Beobachtungen über diese Krüppelformen der Fichte an ihrer Nordgrenze verdanken wir Kihlmann 90, während Frank 95 das Verhalten im Gebirge schildert.

Ueber die Ursache des Absterbens der Triebe kommt Kihlmann zu folgendem Schluss:

„Nicht die mechanische Kraft des Windes an sich, nicht die Kälte, nicht der Salzgehalt oder die Feuchtigkeit der Atmosphäre ist es, die dem Walde seine Schranken setzt, sondern hauptsächlich die Monate lang dauernde ununterbrochene Austrocknung der jungen Triebe zu einer Jahreszeit, die jede Ersetzung des verdunsteten Wassers unmöglich macht.

Zu diesen klimatisch bedingten Korrelationsformen gehört

7.* Die **„Strauchfichte"**, durch folgende Charaktere ausgezeichnet:

Niedriger Wuchs, unregelmässige, tief angesetzte und nach unten stark zunehmende und weit ausgebreitete Beastung, struppige Benadelung und Mehrwipfligkeit; letztere bedingt durch Aufrichtung teils hoch, teils aber tief angesetzter Seitenäste; in letzterm Fall kann Anwurzelung der dem Boden aufliegenden Seitenäste stattfinden, begünstigt durch das Andrücken durch die Schneelast („Senkerbildung").

Hieher gehört die „Schneebruchfichte" Willkomms (87, S. 70); ich ziehe den obigen allgemeinen Ausdruck vor, weil diese Form nicht allein durch Schneebruch bewirkt wird, sondern durch die Kombination folgender klimatischer Einwirkungen:

Wiederholter Triebverlust durch Schneebruch, Frost, Austrocknung durch Wind, Windbruch.

Allgemeine Reduktion des Zuwachses durch kurze Vegetationsdauer und geringe Temperatur.

Beförderung der basalen Ausbreitung des Baumes durch die mechanische Wirkung des Windes.

Eblin (schriftl. Mitteil.) zählte an einem Individuum dieser Form auf der Alp von Seewis in Graubünden an sehr windoffener Lage über 30 Gipfel.

8.* Als **„Polsterfichte"** bezeichnen wir dem Boden aufliegende, aus dicht verflochtenen Ast- und Zweigmassen bestehende, wie geschoren aussehende Sträucher. Sie sind wohl aus einem Samen hervorgegangen und zeigen einen deutlichen Stamm, aber die untersten Zweige kriechen im Moos und bewurzeln sich reichlich. Der Baum verhält sich hier also wie eine mit kriechenden Ausläufern versehene krautige Pflanze.

Die flach geschorene, tischförmige Oberfläche entspricht der Höhe der winterlichen Schneedecke; unter ihrem Schutz bleiben die Zweige lebend; was darüber hinausragt, geht durch Kälte, Wind und Trockenheit zu Grunde. In etwas günstigen Lagen gelingt es etwa einem Spross, sich zu erheben und über den „Tisch" hinauszuwachsen „und es zu einer Höhe von 2—3 m zu bringen; das dürre, kränkelnde Aussehen eines solchen Sprosses hat etwas Befremdendes, wo er sich aus der sattgrünen, dichtästigen und rundgeschorenen Basalpartie erhebt .... Im allgemeinen kann man wohl annehmen, dass am Rande der Waldungen und in sehr lichten Beständen jeder Baum eine mehrjährige Strauchperiode durchzumachen hat, bevor er einen lebenden Wipfel dauernd über der Schneedecke zu erheben vermag." (Kihlmann 90.)

Das alles erinnert lebhaft an die verbissenen Büsche unserer Alpen, und Kihlmann legt sich denn auch die Frage vor, ob diese reduzierten Fichtengestalten nicht etwa durch Verbeissen durch Tiere hervorgerufen sind, verneint sie aber des entschiedensten.

Am deutlichsten ist der Einfluss des Windes auf die Bildung der Fichtenpolster bei zwei sehr eigenartigen Unterformen, deren Beschreibung wir hier in Kihlmanns eigenen Worten geben (90, S. 69—70):

„In sehr ausgeprägten Fällen findet man am obern Rande einer steil abfallenden Felsenwand oder Halde einen Strauch, dessen horizontal ausstehender

Stamm und Zweige über den Abgrund frei hinausragen und dessen dicht belaubtes Astwerk als direkte Fortsetzung des angrenzenden ebenen Plateaus erscheint. Am reinsten entwickelt habe ich solche Gebilde in der Ponoj-Gegend gesehen, wo die Fichte bisweilen mehr als meterbreite, schildförmige Platten an dem scharfen Rande des Tundra-Plateaus bildet. Ihre Gestalt erinnert vielfach an die in den Alpen als ‚Schneeschilder' bezeichneten Ueberdachungen. . . .

An sehr windoffenen Stellen findet man oft Sträucher, die der Form nach mit ‚Schneedünen' verglichen werden können. Gleich diesen kehren sie gegen die Windseite eine bis zum Boden reichende, je nach der grössern oder kleinern Offenheit des Standortes sanfter oder steiler geneigte Oberfläche, während sie an der entgegengesetzten Seite steil abfallen. Die geneigte Fläche ist ganz eben oder meistens mit kurz aufstehenden, abgestorbenen Zweigen bewaffnet, dabei von den dicht verflochtenen knorrigen Zweigen so starr, dass ein darauf ruhender Mensch in den dichten Filz gar nicht einsinkt; ihre Höhe wechselt von wenigen Dezimetern bis auf mehr als 3 m."

9.* Die **Mattenfichte** ist das Endglied der Reihe der Kümmerformen der Baumgrenze. Hier ist jede Stammbildung unterdrückt; der Baum besteht aus einem Netzwerk kriechender, im Flechtenrasen wurzelnder Zweige, die sich kaum über die Höhe dieses Rasens emporheben.

„Längs des Tundrasaums bei Orlow sah ich Fichtenmatten von 5 m Länge," sagt Kihlmann, „deren dünne, sterile Zweige in dem Flechtenfilze umherkrochen und offenbar einer einzigen Keimpflanze entstammten. Die Breite war oft kaum $^1/_{10}$ der Länge, sämtliche Astspitzen gegen S E gekehrt und die Wachstumsrichtung also der herrschenden Windrichtung parallel. Das Alter dieser Matten war jedenfalls sehr hoch, aber leider nicht einmal annähernd bestimmbar; einige Dezimeter hinter den frischen, reich benadelten Aesten erreichten die halbvergrabenen, nackten Hauptzweige einen Durchmesser von 1,8—2,5 cm bei einem Alter von nicht über 120 Jahren. Weiter rückwärts erschien das Wachstum der nackten Zweige erloschen; es stellte sich Fäulnis ein, und die Matte erwies sich als von mehreren von einander unabhängigen Individuen zusammengesetzt. Dies Verhalten in Verbindung mit dem frischen, gedeihlichen Aussehen der Astspitzen legt die Vermutung nahe, dass die Verjüngung der Matte eine fast unbegrenzte ist, so lange sich nur geeigneter Boden auf der Leeseite derselben befindet."

B. Klimatische Reduktionsformen.

Die bisher besprochenen durch klimatische Einflüsse hervorgerufenen Fichtengestalten verdanken der korrelativen Sprossvermehrung als Reaktion auf Triebverlust ihre Ausbildung. Hier wirken die klimatischen Faktoren durch ihre zerstörende Wirkung, namentlich durch die austrocknende Wirkung des Windes.

Eine andere Wirkung des Klimas an der Baumgrenze, die Reduktion des Längenwachstums von Trieben durch die geringere

Wärmewirkung und die Kürze der Vegetationsdauer, zu welcher im Gebirge noch die starke Lichtwirkung des Höhenklimas hinzukommt, bringt zwei andere Fichtenformen zu stande, welche sowohl im hohen Norden als in den Alpen auftreten.

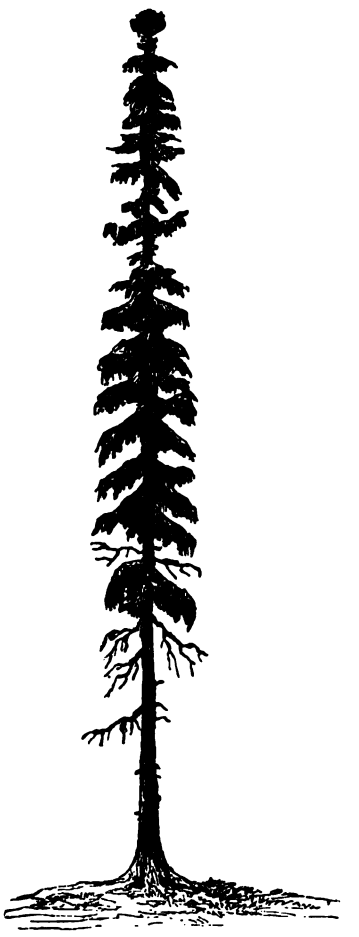


Fig. 36. **Spitzfichte von Finnland.**
(Nach Blomqvist, Finnlands Trädslag 1883, Reproduktion des Originalclichés von von Berg, die Wälder Finnlands 1859.)

10.* Die **Spitzfichte** (Berg 59, S. 83; Willkomm 87, S. 65, 72; Wahlenberg 12, S. 257; Conwentz 95, S. 136; Blom-

qvist 83, S. 83) hat einen langen Schaft und eine schmale, walzenförmige, locker beastete Krone, die sich aus kurzen Hauptästen zusammensetzt; die untersten sind gesenkt, die mittlern horizontal, die obern aufgerichtet. Die Verzweigung ist schwach, die Krone dünn (siehe Fig. 36).

Diese Form ist zuerst von Wahlenberg als die für die klimatische Nordgrenze der Fichte in Schweden und Norwegen typische Form beschrieben worden; Berg und Blomqvist haben sie in Finnland, Kihlmann in Lappland, Willkomm und Conwentz auf den deutschen Gebirgen vielfach getroffen.

Fig. 37. **Spitzfichtenwald von St. Antönien (Kt. Graubünden).**
(Aus dem landw. Jahrbuch der Schweiz, Bd. IX.)

In unsern Alpen ist sie gegen die Baumgrenze hin sehr häufig; an besonders exponierten Stellen findet man oft förmliche „Spitzfichtenbestände". Die Abbildung eines solchen, in der Gegend „Walzenwald" genannt, zeigt unsere Fig. 37.

Die Kürze der Seitenäste ist hier zweifellos durch klimatische Faktoren bedingt; in der Ebene fehlt die Spitzfichte völlig.

Die Spitzfichte ist aber nicht die einzige Form, in der die Fichte auf noch Baumwuchs gestattende, aber an der Grenze der-

selben liegende Faktoren reagiert. „In russisch Lappland werden die Fichten gegen Norden breit-konisch, vom Boden an verzweigt und dicht benadelt; diese noch baumartigen Fichten gehen dann an der Waldgrenze durch zahlreiche Uebergänge in krüppelhaftes Knieholz und mattenförmig ausgebreitete Exemplare über" (Kihlmann 90, S. 255).

In Inari-Lappmark dagegen und besonders auch an der Nordgrenze in Norwegen (Süd-Waranga) bei 69° 30′ n. B. finden sich meist ausgeprägte Spitzfichten.

Auch in den Alpen kommen diese Unterschiede vor; Cieslar beschreibt die breitknorrige Alpenfichte folgendermassen:

„Nähern wir uns der obern Grenze des natürlichen Fichtenvorkommens, so wird die Erscheinung des geringeren Wuchses immer klarer, bis wir endlich jene Region betreten haben, in welcher eine vollends ungleichaltrige, lückige Bestandesform mit niedern, bis auf den Boden herab dicht beasteten, breitkegelförmig bekronten abholzigen Bäumen uns allenthalben umgiebt. Die Jahrestriebe sind kürzer, gedrungener; die Nadeln stehen dicht und sind kurz. . . ."

Das ist also dieselbe gedrungene Kegelform, wie sie Kihlmann aus russisch Lappland erwähnt; wir bezeichnen sie als

11.* **Kegelfichte.** Welche Ursachen das Auftreten der einen oder der andern Form bedingt, ist noch zu untersuchen.

In den Alpen findet man sie hin und wieder dicht nebeneinander: so stehen am Weg von Alp Säls nach Schwaldis am Südhang der Churfirsten bei ca. 1400 m neben einander eine breitkonische, dichtbeastete und eine lang walzliche, kurz- und lockerastige Fichte. Es scheinen demnach auch hier angeborene Differenzen vorzukommen; dafür spricht auch die Thatsache, dass bei der serbischen *Picea omorica* Panč. der Spitzfichtenhabitus als konstanter Artcharakter auftritt.

Für einige Eigenschaften, die zweifellos mit dem Klima in Beziehung stehen, ist durch Versuche nachgewiesen, dass sie erblich sind. Kienitz 79 hat gezeigt, dass die Samen der Fichte aus kälteren Lagen zur Keimung eine geringere Wärme brauchen als diejenigen wärmerer Lagen, und Cieslar 95 hat dargethan, dass das Zuwachsvermögen, resp. die Länge der Triebe in den ersten Jahren bei den Gebirgsfichten bei Aussaat in der Ebene eine geringere ist, und dass in der Zeit des Austreibens und des Abfalles der Nadeln die Lärchen auch in milder Lage wie der Mutterbaum im Hochgebirge sich verhalten.

Cieslar schliesst aus diesen Thatsachen auf eine innere (physiologische) Umstimmung der Bäume durch die Jahrtausende lang währenden Einflüsse der klimatischen Faktoren des Standorts.

Ueber die Dauer dieser physiologischen Umstimmung bei den Nachkommen ist freilich noch nichts bekannt, da die Versuche Cieslars sich nur auf acht Jahre erstrecken. Sollte sich ein Andauern der „Gebirgscharaktere" der aus Gebirgssamen stammenden Pflanzen während des ganzen individuellen Lebens und über dasselbe hinaus bei einer Reihe successiver Generationen zeigen, dann erst wäre von „erblichen physiologischen Merkmalen" und einer „klimatischen Varietät" zu sprechen, statt bloss von einer klimatischen „Form".

C. Standortsformen.

Diejenigen Individuen, die durch die Bodenbeschaffenheit in ihrem Wuchs in übereinstimmender Weise modifiziert sind, bilden eine Standortsform. Verpflanzt man dieselben in guten Boden, so verlieren sie ihren abnormen Wuchs. Hieher gehört

12.* Die **Sumpffichte** oder **Krummfichte** (*Picea excelsa* Link, forma *palustris* Berg 87, *P. e.* Lk. forma *aegra myelophthora* Caspary 74).

Gipfel in einer Höhe von 1—5 m zur Seite geneigt oder ganz umgebogen und hinunterwachsend; gleichzeitig neigen sich auch alle Aeste und Zweige abwärts.

Caspary fand sie in Ostpreussen; Berg giebt an, dass er sie in Livland fast auf jedem grösseren nassen Torfmoor gesehen habe, oft zu Tausenden. Berg (87, Taf. X) bildet ein sehr charakteristisches Exemplar ab, das eher einem grossen Reisighaufen als einem Baum ähnlich sieht. Es ist 1,50 m hoch; alle Zweige sind nach abwärts gewandt; der Gipfel ist abgerundet. Die untern und alle innern Aeste und Zweige sind abgestorben, sodass man neben dem Stamm nach Entfernung einiger dürrer Aeste beinahe wie in einem Zelt sitzen konnte.

Berg fand diese Form regelmässig auf nassen Torfmooren und betrachtet sie als reines Erzeugnis des Standorts. Wenn man den Torfmoor entwässert, so kehren die meisten Sumpffichten ihre Gipfel wieder aufwärts. Als Caspary zwei Krummfichten in den botanischen Garten in Königsberg verpflanzte, kehrte sich ihr hängender Gipfel sofort wieder aufwärts.

13.* Die **Senkerfichte** (var. *stolonifera* Christ) ist eine im übrigen normale und intakte Fichte, deren unterste Aeste Wurzel geschlagen und sich zu Tochterbäumen aufgerichtet haben.

Wir sahen oben, dass die Senkerbildung an den Fichten der Holzgrenze häufig auftritt, durch den Verlust des Gipfeltriebs und die Schneelast begünstigt. Hin und wieder findet man auch in der Zone kräftigsten Fichtenwachstums solche Bäume. Es scheint hier eine Standortsform vorzuliegen: meist ist es moosiger feuchter Boden in schattiger Lage, der das Anwurzeln begünstigt. Möglicherweise liegt aber auch hier eine erbliche Disposition vor.

Ein prachtvolles Exemplar einer „travelling Fir", einer „Wanderfichte", bildet Loudon (38, S. 2298) ab; es steht 14 englische Meilen südwestlich von Edinburg, in dem dem Duke of Argyll gehörigen Gute „the Whim". Der Boden besteht aus tiefer, lockerer, brauner Moos- oder Heideerde, auf bindigem Thon. Die Pflanze ist eine Verbindung von Kandelaber- und Senkerfichte; eine Reihe hoch angesetzter Aeste bilden Sekundärwipfel, und die auf dem Boden liegenden Aeste haben eine doppelte Reihe von Tochterbäumen erzeugt; die innern sind 8—25′ hoch, die äussern 4—10′. Es sind über 30 Tochterbäume da, und der längste Ausläufer-Ast ist 18′ lang.

Schübeler 73—75, S. 165, erwähnt solche Senkerfichten aus Norwegen und bildet einige ab. Sie zeigen an windgefegten Stellen oft eine einseitige Ausbildung der Ausläufer, nur nach der Leeseite, im Schutze des Mutterbaumes, vielleicht auch durch die stärkere Schneeanhäufung begünstigt.

Magnus 77 beschreibt ein Exemplar von der Pfaueninsel bei Potsdam (auf sumpfigem Boden), Koch 76 von Schwarzburg und Thüringen (ohne Angabe des Bodens); später (77) teilt er mit, dass noch von einer ganzen Anzahl solcher Bäume in Deutschland ihm Mitteilung gemacht worden sei.

Auch Conwentz (95, S. 136) hat die Senkerbildung wiederholt an Fichten auf frischem Boden beobachtet im Fichtelgebirge, im Harz, im Riesengebirge, auf der Insel Oesel und im nördlichen Russland und Finnland; ein angepflanztes Exemplar in einem Park in Strellenten in Pommern zeigte die Erscheinung ebenfalls. Wilhelm (in Hempel und Wilhelm 89, S. 61) fand am grossen Winterberg in der sächsischen Schweiz zwei auf Basaltgeröll stockende Senkerfichten inmitten eines geschlossenen Bestandes. Solche Fälle sprechen für innere Disposition.

Anhangsweise mag hier unter den Standortsfichten noch 14.* die **Stelzenfichte** aufgeführt werden, die Willkomm (87, S. 73) beschreibt. Sie steht auf ihren Wurzeln wie auf Stelzen. Das kann daher kommen, dass sie auf einem Baumstumpf erwachsen ist, denselben mit ihren Wurzeln umklammernd; wenn dann der Stumpf weggefault, bleibt das leere Wurzelgestell übrig. Es soll auch durch Einsenken des Bodens infolge von Drainieren eine Stelzenfichte entstehen können.

Uebersicht

der

wild vorkommenden

Varietäten, Spielarten und Formen der Fichte (*Picea excelsa* Lk.).

I. Varietäten.

I. var. α) ***obovata*** Ledebour: Sibirische Fichte, Altaifichte. — Schuppenrand völlig gerundet, ganzrandig. — Zapfen bis 7,5 cm lang. — Russland, Finnland, Skandinavien, Sibirien, Japan.

II. var. β) ***fennica*** Regel: Finnische Fichte. — Schuppenrand mehrweniger abgerundet, aber nicht völlig ganzrandig. Zapfen bis 19 cm lang.

subvar. ***medioxima*** Nylander: Nadeln schwach bereift. — Skandinavien, Finnland, Russland, Schweiz.

subvar. ***alpestris*** Brügger: Nadeln stark bereift. — Savoyen (?), Schweizer Alpen und Jura.

III. var. γ) ***europaea*** Teplouchoff: Europäische Fichte. — Schuppe rhombisch oder trapezoidisch. — Vorderrand gestutzt oder etwas vorgezogen, ausgerandet oder deutlich gezähnelt. — Zapfen bis 25 cm lang. Im europäischen Verbreitungsbezirk der Art die herrschende Form; gegen die Höhengrenze und namentlich Nordgrenze vielfach durch var. β) vertreten; in Russland und namentlich im asiatischen Verbreitungsgebiet ganz zurücktretend.

subvar. ***typica*** Schröter: Mit schwach bereiften Nadeln — häufigste Form.

subvar. ***coerulea*** Breinig: Mit stark bereiften Nadeln. — Besonders im Gebirge und im hohen Norden. — In der Schweiz in den Alpen (und im Jura?).

IV. var. δ) ***acuminata*** Beck: Dornfichte. — Schuppenrand in eine meist ausgerandete Spitze plötzlich wellig vorgezogen. — Deutschland, Oesterreich, Schweden, Schweiz (mehr vereinzelt).

II. Spielarten

(nach dem Zapfenbau unter die eine oder andere der Varietäten zu subsummieren).

*A. **Nach dem Wuchse.***

α) Nach der Richtung der Aeste und Zweige.

a) Hängeformen:

1. lusus ***viminalis*** (Alstroemer) Caspary: Hängefichte. — Primäräste horizontal, Sekundäräste lang hängend, wenig verzweigt. — Schweden, Norwegen, Livland, Deutschland, Oesterreich, Schweiz (Via mala, Anniviers).

Annäherungsform (*versus viminalis* Casp.) ist die Zottelfichte mit lang hängenden, aber normal verzweigten Sekundärästen (Schindeltanne). — Namentlich im Gebirge verbreitet: Tirol, Vorarlberg, Schweiz.

2. lusus *pendula* Jacques et Hérinque: Trauerfichte. — Primäräste schlaff hängend, Sekundäräste ebenfalls oder vorgestreckt, Krone schmal cylindrisch. — Fünf Exemplare in Deutschland, eines in Ungarn, eines in der Bukowina (?), zwei in der Schweiz (Anniviers, Toggenburg).

Annäherungsform (*versus pendula* J. et H.) ist die Beugefichte mit stark geneigten, aber sonst normalen Primärästen; oft in den Alpen neben Exemplaren mit horizontalen Aesten.

b) Vertikalform:

3. lusus *erecta* Schröter: Vertikalfichte. — Primäräste alle steil aufgerichtet. — Livland. — Vielleicht gehören hieher auch die Kandelaberfichten mit unverletztem Hauptstamm.

β) Nach der Zahl der Aeste und Zweige.

a) Verzweigungsarme (oligoclade) Formen; Nadeln meist lang und dick:

4. lusus *virgata* (Jacques) Caspary: Schlangenfichte. — Primäräste nicht quirlig, wenig zahlreich und wenig verzweigt, oft schlangenförmig gekrümmt. — Norwegen, Schweden, Finnland, Russland, Deutschland, Oesterreich. — Schweiz: 16 Exemplare: Buttes, Chaumont, Lignières, Plan de la Vaux, Nyon, Chatelard, Utzwyl, Kaltbrunn, Winterthur, Einsiedeln.

5. lusus *monstrosa* Loudon (*aclada* Savi, *monocaulis* Nördl.): Astlose Fichte. — Jegliche Verzweigung fehlt. — Italien, Baden, Mittelfranken, Westfalen (kult. auf Isola Bella, ehemals auch in Mariabrunn bei Wien.)

Uebergangsform zwischen *virgata* und *monstrosa* ist die astarme Fichte (lusus *monstrosa* Carrière non Loudon), welche am Grunde einige wenige unverzweigte Aeste trägt, im übrigen astlos ist. — Thüringen und Schlesien je ein Exemplar.

b) Verzweigungsreiche (polyclade) Formen; Nadeln meist kurz und dünn:

6. lusus *columinaris* Carrière: Säulenfichte. — Krone schmalcylindrisch, Primäräste kurz, horizontal oder wenig geneigt, hexenbesenartige Verzweigungssysteme tragend. — Sechs Exemplare in der Schweiz: Stanzerhorn, Stockhorn, la Brévine, Chavannes, la Berboleuse.

(?) 7. lusus *globosa* Berg: Kugelfichte, Hexenbesenfichte. — Gipfel in einen kugligen oder ellipsoïdischen Hexenbesen verwandelt. — Livland, Bayern, Schweiz: Yverdon, Zürich.

8. lusus *nana* Carrière (erweitert): Zwergfichten. — Ganze Pflanze niedrig, reich und dicht verzweigt.

sublus. *Clanbrasiliana* Loudon. — Schweden, Finnland, Thüringen.
sublus. *tabulaeformis* Carrière. — Schweden.
sublus. *brevis* Schröter. — Schweiz (Boveresse).

(?) 9. lusus *strigosa* Christ: Sparrfichte. — Mit sehr zahlreichen, nach allen Richtungen abstehenden Zweiglein. — Schweiz (Weisstannenthal).

B. Nach dem Bau der Rinde.

10. lusus *corticata* Schröter: Dickrindige Fichte. — Mit dicker, lärchenähnlicher Rinde. — Niederösterreich, Böhmen, Hessen, Bayern, Schweiz (Lausanne).

11. lusus *tuberculata* Schröter: Zizenfichte. — Mit zizenförmigen, bis 3 cm hohen Korkwucherungen. — Zwei Exemplare in Oesterreich, eines in Oberbayern, eines in der Schweiz (Zofingen).

C. Nach dem Bau der Nadel.

12. lusus *brevifolia* Cripps: Kurznadlige Fichte. — Nadeln nur 2—5 mm lang. — Schweden, Finnland.

13. lusus *nigra* Willkomm: „Doppeltanne" mit langen, dicken, gekrümmten Nadeln. — Erz- und Riesengebirge.

14. lusus *aurea* Carrière: Goldfichte. — Nadeln teilweise goldgelb. — Kärnten, Schweiz.

15. lusus *variegata* Carrière: Buntfichte. — Finnland.

D. Nach dem Bau des Zapfens.

16. lusus *triloba* Ascherson und Graebner: Lappenschuppige Fichte. — Zapfenschuppen wenigstens teilweise dreilappig. — Harz, Mähren, Schweiz (Soglio).

Anhang: Ungenügend bekannte Abänderungen.

var. *chlorocarpa* Purk.: Grünzapfige Fichte.
— *erythrocarpa* Purk.: Rotzapfige Fichte.
— *subcylindrica* Schaefer (Epicéa pleureur à cônes verts).
— *obovata* Schaefer non Ledebour (à cônes rouges).
— *squarrosa* Jacobasch: Sparrigschuppige Fichte.
Haselfichte, Weissfichte.

III. Wuchsformen.

A. Correlationsformen (Reaktion auf Triebverlust).

α) Reaktion auf Verbeissen und Schneiteln.

1.* Die Verbissfichte (häufige Buschform auf der Schmalviehweide der Alpen), daraus hervorgehend, aber auch anderswie entstehend:

2.* Die Zwillingsfichte, mit zwei tief angesetzten Stämmen.

3.* Die Garbenfichte, mit mehreren tief angesetzten Stämmen.

4.* Die Schneitelfichte, pappelähnliche Form, durch Schneiteln bedingt.

β) Reaktion auf Verlust eines erwachsenen Gipfeltriebs.

5.* Die Kandelaberfichte, mit hoch angesetzten Sekundärwipfeln.

γ) Reaktion auf Kipplage.

6* Die Harfenfichte, aus einem niedergelegten Stamm mehrere Tochterstämme entspringend.

δ) Reaktion auf wiederholten Triebverlust durch klimatische Faktoren (Krüppelformen der Holzgrenze).

7.* Die Strauchfichte, niedrig, mehrwipflig, mit weit ausgreifenden Basalästen.

8.* Die Polsterfichte, mit Stamm, ein bis meterhohes, dichtes Polster bildend.

9.* Die Mattenfichte, stammlos, im Rasen kriechende, wurzelnde ausläuferartige Aeste.

B. Klimatische Reduktionsformen (einwipflige Grenzformen des hochstämmigen Baumwuchses).

10.* Die Spitzfichte, Krone lang cylindrisch, schmal, locker beastet.

11.* Die Kegelfichte, entspricht der normalen Wuchsform, mit Verkürzung aller Triebe.

C. Bodenformen.

12.* Die Sumpffichte, alle Triebe, auch der Endtrieb, hängend.

13.* Die Senkerfichte, unterste Aeste wurzelnd und Tochterstämme erzeugend.

Anhang:

14.* Die Stelzenfichte, Wurzelgestell entblösst, Baum wie auf Stelzen.

Schlussbetrachtung.

Die Fichte stellt in ihrer Vielgestaltigkeit einen lehrreichen Fall dar mit Bezug auf die Mannigfaltigkeit der Ursachen, welche die Abweichungen innerhalb des Formenkreises einer und derselben Art bedingen.

1) Die vorstehende Uebersicht gibt gleichzeitig eine Klassifikation der Abänderungsursachen; wir kommen deshalb auf diesen Punkt hier nicht zurück.

Andere Ergebnisse von allgemeiner Bedeutung sind folgende:

2) Einzelne Abänderungen kehren bei verwandten Arten als Charaktere andern Ursprungs wieder.

Die hängenden Sekundäräste treten bei Picea excelsa bei einer Spielart auf (viminalis), bei Picea Breweriana (N. Am), in geringerem Grade bei Picea Morinda (Himalaya) charakterisieren sie die Art.

Die dünnen, lockern, wellig abstehenden Schuppen der in ihrer Natur (Varietät? Hemmungsbildung?) noch zweifelhaften *squarrosa*-Form treten als konstanter Artcharakter bei *Picea sitchensis* und *Alcocquiana* auf.

Die zurückgebrochene Schuppenspitze (stärkeres Wachstum der Oberseite!) ist normal bei *Picea excelsa* vorübergehendes Jugendstadium, bei den „Krüppelzapfen" bis zur Reife als partielle Hemmungsbildung fixiert, bei der Gattung Pinus aber in den Sectionen mit „pyramidaler Apophyse" konstanter Charakter.

Der „Spitzfichten"-Charakter, bei *Picea excelsa* durch das Klima induciert (oder Spielart?) ist bei *Picea omorica* Artcharakter.

3) Die verschiedenen Eigenschaften eines und desselben Organes zeigen bis zu einem gewissen Grade die Fähigkeit, unabhängig von einander zu variieren.

Bei den „Krüppelzapfen" geht die allgemeine Vergrösserung und die Verholzung der Schuppen und das Reifen von Same normal vor sich und nur die Geradstreckung der Schuppen unterbleibt.

4) Dieselbe Habitusform kann durch sehr verschiedene Ursachen zu Stande kommen:

Die buschförmigen, reichverzweigten und kleinnadeligen Formen können durch Reaktion auf wiederholte Triebverluste durch Verbeissen (Verbissfichte") oder durch klimatische Ursachen („Polsterfichte") entstehen, sie können aber auch spontane Abänderungen darstellen („Zwergfichten").

Desiderata.

Um über die Natur und die Verbreitung aller Abänderungen der Fichte ins Klare zu kommen, ist noch eine grosse Zahl von Beobachtungen und Experimenten nötig.

Die Natur der Sache bringt es mit sich, dass hier nur durch die Mitwirkung der in der Praxis stehenden Herren Förster etwas erreicht werden kann. Ich erlaube mir daher, im Folgenden dieselben auf die hier ihrer Lösung harrenden Fragen aufmerksam zu machen, die vielfach auch eine praktische Bedeutung haben. Möglicherweise führt eine Verfolgung dieser Fragen zu einer Auswahl des Saatgutes für die Nachzucht, wenn man einmal über den forstlichen Wert der verschiedenen Varietäten und Spielarten genau orientiert sein wird.

Auch für die forstlichen Versuchsanstalten wäre manche lohnende Aufgabe hier zu suchen. Vielleicht entschliesst man sich, irgendwo einen „Fichtengarten" anzulegen, wo eine möglichst vollständige Sammlung aller Fichtenformen kultiviert würde.

Herr Otto Froebel in Zürich, Besitzer des bekannten Gärtnerei-Etablissements, hat sich in verdankenswerter Weise bereit erklärt, allfällige Pfropfversuche in seiner Baumschule (Chef: Herr St. Olbrich) auszuführen. Die beste Zeit dazu ist von September bis März. Die zu pfropfenden Zweige sollen frisch geschnitten sofort sorgfältig in feuchtes Moos verpackt und per Musterpost in einer Schachtel an die Adresse des Herrn Froebel (Seefeld, Zürich V) versandt werden.

I. Verbreitung der Fichtenformen.

1. Sammlung von Daten über die sämtlichen in einem bestimmten Gebiet vorkommenden Varietäten, Spielarten und Wuchsformen der Fichte.

Der Verfasser erklärt sich gerne bereit, solche Zusammenstellungen namentlich aus der Schweiz entgegenzunehmen. Allfällige Belegexemplare (Zapfen, Zweige, Photographien, Zeichnungen) würden dem botanischen Museum des Polytechnikums einverleibt, um die dortige schon ziemlich umfangreiche Sammlung über Fichtenformen zu vervollständigen.

Bei jeder Beobachtung notiere man die Natur des Bestandes. Je grösser die Wahrscheinlichkeit, dass wirklich einheimische Exemplare vorliegen, nicht gepflanzt und nicht von gepflanzten abstammend, desto wertvoller ist die Beobachtung. Doch sind auch gepflanzte Bestände heranzuziehen, wenn möglich mit Angabe der Herkunft des Saatgutes.

Besonders wertvoll sind statistische Angaben über das prozentische Vorkommen der verschiedenen Zapfenvarietäten. Man sammle hunderte von Zapfen und klassifiziere sie nach der Form der Schuppen ihrer Mittelregion (siehe Figur 3).

II. Studien über einzelne Formen.

2. Zusammenhang der Zapfenmerkmale mit anderen Charakteren des Baumes.

α) rot- und grünzapfige Fichte: man bezeichne einige Bäume beider Varietäten und vergleiche bei ihnen

die Nadeldichte und Nadelfärbung,
die Entwicklungszeit (Blüthe, Samenreife),
die Grösse der männlichen Kätzchen,
die Schuppenform,
die Holzqualität (Weisse und Spaltbarkeit).

Um über letzteres ins Klare zu kommen, wäre es wünschenswert, in einem grössern Revier alle Fichten nach ihrer Zapfenfarbe mit einem bleibenden, eventuell zu erneuernden Zeichen zu markieren (ob rot, ob grün) und beim Fällen jeweilen über die Holzqualität Buch zu führen. Eine derartige Untersuchung könnte zu praktisch wichtigen Ergebnissen führen, zur Begünstigung der einen oder andern Form bei der Nachzucht.

β) Rundschuppige Formen (*fennica*). Folgende Fragen sind hier noch offen:

Feststellung der Verbreitung,
Zusammenhang der gerundeten Schuppenform
mit der Zapfenfarbe vor der Reife (rot oder grün),
mit der Nadelfarbe (grün oder bereift),
mit der Holzqualität (Spaltbarkeit, Feinjährigkeit).

Auch hier handelt es sich um praktisch verwertbare Resultate.

3. Die Merkmale der „Haselfichte" und „Schindeltanne".

Man achte beim Fällen der Fichten, namentlich im Gebirge, auf folgende Punkte:

Feinjährigkeit, Spaltbarkeit, Weisse und Resonanz des Holzes; ferner auf den „Haselfichtencharakter" (siehe die Tabelle) und notiere zu diesem Holzcharakter jeweilen

die Färbung der Rinde,
die Färbung der Nadeln,
die Schuppenform der Zapfen,
die Richtung der Sekundäräste (lang? hängend?)

und suche besonders die Frage zu beantworten, ob constant mit den stark hängenden Sekundärästen eine grössere Spaltbarkeit des Holzes verbunden ist.

4. Die Constanz der Zapfenmerkmale.

Man bezeichne einen oder mehrere bequem zugängliche Bäume und sammle

α) die sämtlichen Zapfen eines Jahres, zur Prüfung auf ihre Abweichungen;

β) die Zapfen der successiven Samenjahre, um zu konstatieren, ob der Baum während seines ganzen Lebens dieselbe Zapfenform beibehält;

γ) die sämtlichen Samen eines Baumes,

säe sie aus und behalte die daraus erzogenen Bäume im Auge, um die Zapfen der Tochterbäume mit denjenigen des Mutterbaumes vergleichen zu können.

5. Prüfung von vegetativen Merkmalen auf ihre Erblichkeit

α) durch Pfropfen.

Von besonderem Interesse sind Pfropfversuche
mit Zweigen von Hexenbesen,
„ „ „ Säulenfichten,
„ „ „ Kugelfichten
zur Prüfung der Natur der Polycladie.

Ferner mit Zweigen von Matten- und Polsterfichten, um zu konstatieren, in wie weit der inducierte Nanismus vegetativ festgehalten wird.

Ferner mit Zweigen von Spitzfichten und Kegelfichten, um über die spontane oder inducierte Natur dieser Formen zu entscheiden.

Zur Bereicherung des Inventars an gärtnerisch weiter zu verwertenden Formen sind Pfropfversuche mit jeder neuen abweichenden Form willkommen.

β) durch Aussaat.

Prüfung der Samenbeständigkeit, der Merkmale der Spielarten (Trauerfichte, Hängefichte, Schlangenfichte etc.).

Fortsetzung der Cieslar'schen Versuche über Vererbung klimatisch inducierter Eigenschaften bei der Aussaat (Frage der Bildung „physiologischer Varietäten").

Litteraturverzeichnis.

Ascherson und Graebner, Synopsis der mitteleuropäischen Flora. I, S. 196—201. Berlin 1897.

Die Autoren unterscheiden:

als Spielarten (lusus): *pendula* Jaq. et Hér.; *viminalis* Casp.; *virgata* Casp. *monocaulis* Nördl. *tabuliformis* Carrière; *Clanbrasiliana* Carr.; *aurea* Pacher und Zwanziger.

auf äussern Einflüssen beruhend: Senkerbildung;

als Formen nach der Abweichung eines einzigen Merkmals:

nach den Nadeln: *nigra* Willkomm;

nach der Farbe der Zapfen: *chlorocarpa* Purk. *erythrocarpa* Purk.;

nach der Form der Schuppen: *montana* Asch. et Graebn., *acuminata* Beck; *triloba* Asch. et Graebn.; *squarrosa* Jacobasch;

als geographisch lokalisierte Unterart: *alpestris* Brügger (*medioxima* Heer, nicht Nylander).

Andersson, N. J., Kgl. Landtbruksakademiens Tidskrift, 4de A°rg. Stockholm 1865, pag. 83 (citiert nach Nyman).

Bechstein, Forstbotanik, 4. Aufl. 1821.,

Beck, Günther, Ritter von Managetta, Flora von Südbosnien und der angrenzenden Herzegowina. — Annalen des k. k. naturhistorischen Hofmuseums, Wien, II. Band, S. 38 und 39 (Separatabzug S. 60). Wien 1887.

Beck, Günther, Ritter von Managetta, Flora von Nieder-Oesterreich. Band I, S. 7—8. Wien 1890.

Die Fichte ändert ab

1. In den Zapfen: α) *vulgaris* Beck (= *chlorocarpa* Purk.). Unreifer Zapfen grün. Schuppen im obern Drittel gegen die eingedrückte, etwas vorgezogene und gezähnelte Spitze verschmälert — häufig;

β) *erythrocarpa* Purk. Unreife Zapfen dunkelviolett. Schuppen und Staubblätter kleiner als bei α — häufig;

γ) *montana* Schur. Zapfenschuppen aus der Mitte gegen die Spitze verschmälert. Zapfen gewöhnlich ellipsoïdisch — höchste Lagen der Krummholzregion, auch Torfmoore;

δ) *acuminata* G. Beck, Dornfichte. Schuppen in eine lange ausgezähnelte Spitze plötzlich wellig verschmälert. Zapfen ellipsoïdisch oder walzlich — selten;

ε) *fennica* G. Beck (Regel). Schuppen vorn vollständig abgerundet und meist auch ganzrandig — hin und wieder.

2. Nach dem Wuchs: ζ) *viminalis* Casp.; η) *virgata* Casp. (fehlt).

Beck, Günther, Ritter von Managetta, Neuheiten für die Flora von Nieder-Oesterreich. — Oesterreichische botanische Zeitschrift. Band XL, S. 277—278. Wien 1890.

Beck, Günther, Ritter von Managetta, Die Nadelhölzer Nieder-Oesterreichs. — Blätter des Vereins für Landeskunde von Nieder-Oesterreich. Jahrg. 1890, S. 34—81. Wien 1891.

Beckmann, J. G., Gegründete Versuche und Erfahrungen von der zu unsern Zeiten höchst nötigen Holzart, zum allgemeinen Besten herausgegeben von J. G. Beckmann. Chemnitz 1777, IV. Aufl., S. 74 (Erste Erwähnung der rot- und grünzapfigen Fichte.)

Beissner, L., Handbuch der Nadelholzkunde. Berlin 1891.

Beissner, Ueber Coniferen. — Mitteilungen der deutschen Dendrologischen Gesellschaft, Nr. 3, 1894.

Beissner, Die schönsten Nadelhölzer. — Möllers deutsche Gärtner-Zeitung. IX, 1894, S. 31—33.

Beissner, Neues und Interessantes aus dem Gebiet der Nadelholzkunde. — Mitteilungen der deutschen Dendrologischen Gesellschaft, Nr. 5, 1896.

Beissner, Neues und Interessantes über Coniferen. — Mitteilungen der deutschen Dendrologischen Gesellschaft, Nr. 6, S. 46—61. Bonn 1897.

Benda, Ueber eine Monstrosität von *Picea excelsa* Lk. — Sitzungsbericht des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg. XXII, Jahrgang 1880, S. 70. Berlin 1881.

Berg, v., Beschreibung einer Varietät der Fichte. — Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 33, 443. 1833.

Aelteste Abbildung und Beschreibung einer Schlangenfichte mit zwei Stämmen von 5′ 3″, resp. 5′ 9″ Höhe am Exberge im Lauterthaler Oberforst am Harz.

Berg, v., Die Wälder in Finnland. — Jahrbuch der kgl. sächs. Akademie für Forst- und Landw. zu Tharand. XIII. Band. Leipzig 1859, S. 1—118.

Giebt auf Seite 83 die erste Beschreibung und Abbildung der „Spitzfichte", ohne sie mit einem besondern Namen zu benennen.

Berg, Fr., Graf, Einige Spielarten der Fichte.

Schlangenfichte, astlose Fichte, pyramidale Fichte, Trauerfichte, Hängefichte, Kugelfichte, Krummfichte oder Sumpffichte, nordische Fichte (*obovata*).

Schriften, herausgegeben von der Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Dorpat. II, 44 Seiten gr. 8° und XII Tafeln in Phototypie. 1887.

Blomqvist, A. G., Finlands trädslag i forstligt hänseende beskrifna. — Finska forstföreningens meddelanden. III, 2, 1883.

Böhm, B., Fichten-Varietäten. — Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, herausgegeben von Dr. Dunckelmann. XXV, 1893, Berlin, S. 226—230.

Braun, A., Ueber abnorme Fichtenzapfen. — Verhandlungen des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg. Bd. XVI, 1874. Sitzungsberichte, S. 98.

Braun, A., Abnorme Fichtenzapfen. — Flora 1875, S. 412—414.

Braun, Ueber die Veränderlichkeit der Zapfen der Fichte. — Verhandlungen des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg. XVIII. Sitzungsberichte, S. 13—15. Berlin 1876.

Brenner, *Picea excelsa* Lk. f. *oligoclada* Brenner. — Meddelanden Societatis pro Fauna et Flora Fennica. XXI, pag. 7. Helsingfors 1895.

Brenot, De *l'épicéa;* coloration des cônes et des graines. Revue des eaux et forêts. — Annales forestières. IX, 1870, pag. 262—264. Vorläufige Mitteilung der Resultate der Arbeit aus dem Jahr 1878.

Brenot, M. L., Remarques sur deux variétés d'*Epicéa.* Exposition universelle de 1878. — Administration des Forêts. Paris 1878, 12 Seiten 4°.

Brügger und Cramer, Ueber Krüppelzapfen der Alpenfichte. — Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft Graubündens. XVII, S. 150. Chur 1874.

Brügger, Mitteilungen über neue und kritische Formen der Bündner- und Nachbar-Floren. — Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft Graubündens. Jahrgang XXIX, 1884/85 (Seite 122 des Separatabdruckes).

Carrière, E. A., Revue horticole, IVme Sér. Tome III. 1854.

Caspary, Rob., Ueber einige Spielarten, die mitten im Verbreitungsgebiet der Stammarten entstanden sind. — Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg. Jahrgang 1873, Bd. XIV (S. 115—136).

Caspary, R., Die Krummfichte, eine markkranke Form. — Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg. XV, 1874, S. 108 ff, Tafel III—V.

Caspary, R., Ueber eine auffallende Form der Rottanne bei Luknoyen. — Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg. XV, 1874, S. 24.

Caspary, R., Eine Alströmer'sche Hängefichte im Gneisenauer Wäldchen bei Gerdauen. — Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg in Preussen. XIX, 1878, S. 153 ff, Taf. V.

Caspary, Ueber eine Trauerfichte. — Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg, 1880, II, S. 50.

Caspary, Zwei Schlangentannen. — Botanische Zeitung, Bd. XL, 1882, S. 778.

Christ, Die Formenkreise der europäischen Pinus-Arten. — Botanische Zeitung, XXIII, 1865, S. 213, 21—29.

Christ, H., Forstbotanische Bemerkungen über das Seezthal, Kt. St. Gallen. — Schweizerische Zeitschrift für das Forstwesen, 1895, S. 345.

Christ, Noch eine merkwürdige Fichte. — Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen. Jahrgang 1896, S. 258.

Cieslar, Dr. A., Ueber eine eigentümliche Rindenbildung an der Fichte (*Picea excelsa* Lk.). — Centralblatt für das gesamte Forstwesen. XX, 1894, 4. Heft, S. 145—149 mit zwei Abbildungen.

Cieslar, A., Ueber die Erblichkeit des Zuwachsvermögens bei den Waldbäumen. — Centralblatt für das gesamte Forstwesen, Organ der k. k. forstlichen Versuchsanstalt in Mariabrunn. XXI. Jahrgang, 1. Heft. Wien 1895.

Coaz, Mitteilung über abnorme Tannzapfenbildung. — Mitteilungen der naturforschenden Gesellschaft zu Bern, 1883, Heft I, Sitzungsbericht S. 15.

Conwentz, H., Beobachtungen über seltene Waldbäume in Westpreussen. — Abhandlungen zur Landeskunde der Provinz Westpreussen. Heft IX. Danzig 1895.

Dammer, U., Ueber einige Formen der *Picea excelsa* Lk. in der Umgebung St. Petersburgs. — Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. 1883, Bd. I, S. 360—362.

Dammer, U., Beitrag zur Kenntnis der Fichtenformen. Humboldt 1889.

Dammer, U., Ueber einige Fichtenformen. — Verhandlungen des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg. XXX, 1889, Verhandlungen S. XXVI—XXVIII.

Dammer, U., Einige Bemerkungen zu dem Mahnrufe des Herrn M. v. Sivers, die Vererbung von Wuchsfehlern bei *Pinus sylvestris* betreffend. — Mitteilungen der deutschen Dendrologischen Gesellschaft, Nr. 4, S. 52—54. Bonn 1895.

Doebner, Abnormer Fichtenzapfen. — Flora 1875. Neue Reihe. XXXIII, S. 365, Taf. IX.

Doebner, Ein astloses Fichtenstämmchen. — Flora 1872, S. 395 bis 396.

Eblin, Ueber die Ausläufer-bildende Fichte. — Schweizerische Zeitschrift für das Forstwesen, 1896, S. 362.

Elfring, Meddelelser pro Fauna et Flora Fennica. XIX, S. 113. Helsingfors 1893.

Engler, A., Eine merkwürdige Fichte. — Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 1896, S. 125. — Mit einer Lichtdrucktafel.

Fankhauser, F., Die Bedeutung der Ziegenwirtschaft für die schweizerischen Gebirgsgegenden in forstlicher und volkswirtschaftlicher Hinsicht. Bern 1887.

Förster, N., Eine merkwürdige Fichte. — Centralblatt für das gesamte Forstwesen. XIX, 1893, S. 477—78.

Frank, Die Krankheiten der Pflanzen. — 2. Auflage, Band I. Breslau 1895.

Fries, Th. M., Strodda bidrag till kännedomen om Skandinaviens barrträd. — Botaniska Notiser for år 1890, pag. 250—256. Lund. 1890. (Nicht gesehen!)

Geschwind, Oberförster Ant., Die Haselfichte in Bosnien. — Centralblatt für das gesamte Forstwesen. Bd. X, 1884, S. 610—611.

Goeppert, Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gartenbaus in den kgl. preussischen Staaten. — Neue Reihe, I, S. 337—45, Tab. 6. Fig. 14, 1853.

Goeppert, Skizzen zur Kenntnis der Urwälder Schlesiens und Böhmens. — Nova aeta Acad. Leop. Carol. Nat. Cur., Vol. XXXIV, 1868, p. 15.

Goeppert, Ueber Pflanzen-Metamorphosen. — Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur. LIV, S. 122—123. Breslau 1876.

Gutmann, Eine astlose Fichte. — Forstwirtschaftliches Centralblatt. XXVII, S. 516. Berlin 1895.

Die Redaktion fügt hinzu (Baur), dass solche Bäume durch Ausbrechen von Seitenknospen künstlich erzogen werden können.

Hallbauer, Oberförster, Ein Vorkommen der Schlangenfichte. — Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 1891, S. 440.

Heer, Ueber *Pinus Abies*. — Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft in Solothurn, 1869, S. 70—71.

Hempel und Wilhelm, Die Bäume und Sträucher des Waldes. — Wien und Olmütz (ohne Jahreszahl, erste Lieferung 1889 erschienen).

Henschel, Abnorme Rindenbildungen an Fichte (*Picea excelsa* Lk.) und Weisstanne (*Abies pectinata* Dl.). — Forstlich naturwissenschaftliche Zeitschrift. III, 1894, S. 335—336.

Hess, Eine merkwürdige Fichte. — Centralblatt für das gesamte Forstwesen. XIX, 1893, S. 158—161.

Hisinger, Ed., Nagra ord om de i Skandinavien förekommande formerna of granen (*Picea excelsa* Lk.). — Botaniska Notiser, 1867, Nr. 2 bis 3.

Huber, Fr. X., k. bair. Salineninspektor in Reichenhall, Naturhistorische Bemerkungen über die zwei Arten der Fichte de (*Pinus Picea*). — Zeitschrift für das Jagd- und Forstwesen mit besonderer Rücksicht auf Baiern. Bamberg 1824. (Handelt von der rot- und grünzapfigen Fichte.)

Jacques, Notes sur quelques variétés d'arbres résineux remarqués dans les Pépinières de M. H. Cochet à Saynes. — Ann. Société hort. Paris, XLIV, 652 (1853). (Originalbeschr. der *Ab. ex.* var. *virgata*).

Jacques et Hérincq, Manuel général des plantes, arbres et arbrissaux. IV, 340—341. 1857. (Beschr. der *Picea excelsa l. pendula.*)

Jacobasch, Ueber drei Varietäten der Fichte. — Verhandlungen des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg. XXIV, Sitzungsbericht, S. 97—99. Berlin 1883.

Jacobasch, Mitteilungen. — Sitzungsberichte des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg. XXXVI, 1893, S. 78—90.

Jahn, Eine astlose Fichte. — Forstwissenschaftliches Centralblatt. XVIII, S. 288—290. Berlin 1896.

John, Joseph, Vereinsschrift für Forst-, Jagd- und Naturkunde, herausgegeben vom Vereine böhmischer Forstwirte. Neue Folge. 1. Heft. 1853, S. 25. (Zweite Erwähnung und Abbildung der Schlangenfichte.)

K. Referat über eine Brochüre von K. Hartmann über die Haselfichte in Kärnthen, nebst eigenen Beobachtungen. — Centralblatt für das gesamte Forstwesen. 1884, S. 155—158. (Haselfichte in Krain.)

Karbasch, Astlose Fichte. — Oesterreichische Forstzeitung, 1890, S. 17.

Kaufmann, Gartenflora 1873, S. 171. (Abbild. der *P. ex.* var. *Uwarowii* Kaufm.)

Kienitz, M., Ueber Formen und Abarten heimischer Waldbäume. Berlin 1879. (Auch in der „Forstlichen Zeitschrift" von Bernhardt erschienen.)

Kienitz, Vergleichende Keimversuche mit Waldbaumsamen aus klimatisch verschieden gelegenen Orten Mitteleuropas, mit zehn Tafeln. — Botanische Untersuchungen von N. J. C. Müller, Band II, Heft 1, 1879.

Kihlmann, A. O., Pflanzenbiologische Studien aus russisch Lappland. — Acta Societatis pro *Fauna* et *Flora Fennica*, T VI, Nr. 3. Helsingfors 1890.

Klinge, J., Das Wandern der Fichte (*Picea excelsa* Lk.). — Baltische Wochenschrift für Landwirtschaft, Gewerbefleiss und Handel in Dorpat. 1892, Nr. 20 und 21.

Kočbek, Floristisches aus Untersteiermark. — Oesterreichische botanische Zeitschrift. XL, S. 132.

Koch, Carl, Vorlesungen über Dendrologie. Berlin 1875.

Koch, C., Sekundäre Stammbildung bei Fichten. — Verhandlungen des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg. Bd. XVIII, Sitzungsbericht, S. 138. Berlin 1876. Bd. XIX, Sitzungsbericht, S. 58. Berlin 1877.

Koehne, E., Deutsche Dendrologie. Stuttgart 1893.

Koeppen, Fr. Th., Die geographische Verbreitung der Holzgewächse des europäischen Russlands und des Kaukasus. — Zwei Bände. Petersburg 1889.

Kraemer, Ueber eine spiralförmig gewundene Fichte. Flora. XXIV, 1841, S. 700.

Kremla, J., Eine seltene Fichtenabart (Krumm- oder Sumpffichte). — Oesterreichische Forstzeitung, 1895, S. 151, mit Abbildung.

Kronfeld, Bemerkungen über Coniferen. — Botanisches Centralblatt XXXVII, S. 65—70. Cassel 1889.

Larisch, O., Selten schöne Sekundärwipfelbildung einer Fichte. — Oesterreichische Forstzeitung, 1888.

Loudon, Arboretum et Fruticetum Britannicum. — Vol. IV, p. 2293—2310. London 1838.

Ludwig, F., Die Spielarten unserer Fichte. — Münchner Neueste Nachrichten, 1890, Nr. 47. („Wissenschaftliche Rundschau".)

Luerssen, Die Doppeltanne des Berliner Weihnachtsmarktes. — Verhandlungen des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg. XXVIII. Jahrgang 1886, S. 19—21. Berlin 1887.

Magnus, Ueber eine Fichte mit Tochterbäumen. — Verhandlungen des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg. Jahrgang XIX, Sitzungsberichte, S. 56. Berlin 1877.

Masters, Journal of the Linnean Society. XXVII, S. 283. — Entstehung von *Picea excelsa Cranstoni* (= *virgata*), in Hereford als Sämling entstanden.

Matthieu, A., Flore forestière. — IVme édition, revue par P. Fliche. Paris et Nancy 1897.

Nylander, Bulletin Soc. bot. de France. Paris 1863. X, pag. 501, Anmerkung. — In: Lettre de N.-J. Fellmann à M. William Nylander, sur un voyage botanique dans la Laponie orientale.

Die Anmerkung lautet: „Cette variété du *Pinus* Abies L. (Abies *excelsa* Dc.) se distingue par les écailles de ses cônes qui sont obtuses et entières; elle est très-répandue en Finlande. Quelques botanistes l'ont pris à tort pour le *P. orientalis* L. La forme de la Laponie orientale ne diffère guère du *Picea obovata* Rupr., qui a les écailles des cônes encore plus obtuses que la forme finlandaise (*medioxima* W. Nyl.). Des passages fréquents relient ces formes, souvent en apparences fort distinctes, avec le type du *Pinus* Abies L."

Nyman, E., On några kotteformer af granen. („Ueber einige Zapfenformen der Fichte".) — Botaniska Notiser for år 1896, S. 227. Lund 1896.

Penzig, O., Pflanzen-Teratologie. — Zwei Bände. Genua 1890 bis 1894.

Bespricht unter den teratologischen Erscheinungen bei *Picea excelsa* Lk. im zweiten Band, S. 501 u. f. die folgenden Formen: var. *aclada* Salvi, var. *virgata* Casp., var. *viminalis* Jacques et Hérincq. var. *aegra myelophthora* Casp., die Kandelaber- und Harfenfichten, die Krüppelzapfen, mit sehr zahlreichen Litteraturangaben.

Pfeifer, Beitrag zur Naturgeschichte der Fichte. — Verhandlungen der Forstwirte in Mähren und Schlesien. 1884, S. 25 ff. (Nicht gesehen! Citiert nach Willkomm.)

Plössl, Fichte mit abnormem Habitus. — Oesterreichische Forstzeitung, 1888, S. 231.

Potonié, H., Die „Doppeltanne" der Berliner Weihnachtsmärkte. — Naturwissenschaftliche Wochenschrift. IV. Band, Nr. 11, S. 85. Berlin 1889.

Puenzieux, A., Une journée de course dans les Alpes vaudoises, été 1897 — und daraus in deutscher Uebersetzung von Dr. Fankhauser: Die Trauerfichte von Chavonnes, mit Abbildung. — Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, redigiert von Dr. Fankhauser. 48. Jahrgang, S. 397—402. Bern 1897.

Purkynè, E. v., Ueber zwei in Mitteleuropa wachsende Fichtenformen: *Picea excelsa* var. *chlorocarpa*, die grünzapfige Fichte, und *Picea excelsa* var. *erythrocarpa*, die rotzapfige Fichte. — Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, herausgegeben von Prof. Dr. G. Heyer. 53. Jahrgang. S. 1—10. Mit zwei Tafeln. Frankfurt a. M. 1877.

Purkynè, E. v., Die rot- und grünzapfigen Fichten. — Forstliche Blätter 1880. S. 190.

Raimann, Mitteilungen über Fichtenformen aus der Umgebung von Lunz. — Verhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft Wien. XXXVIII. 1888. S. 71.

Regel, *Pinus Abies* L. var. *fennica* Regel. — Gartenflora, XII. Jahrg., S. 95 u. 96. Erlangen 1863.

Saelan, Kihlmann und Hjelt, Herbarium Musei Fennicc. Helsingfors 1869. — Auf Kärtchen wird die Verbreitung in Finnland angegeben.

Salvi, Eine astlose Fichte. — Flora, Band XXVII, 1844, S. 519.

S. (= Schaefer), L'évolution en Forêt. L'épicéa pleureur et l'épicéa de Sibérie. — Revue des eaux et forêts (Annales forestières). Tome 34, année 1895, pag. 529. Paris 1895.

Sch. Eine Kiefern-Fichte. — Oesterreichische Monatsschrift für das Forstwesen, von Wessely. XVII. Band, Jahrgang 1867, S. 375.

Schilberszky, Die Trauerfichte von Leutschau. (*Picea excelsa* Lk. var. *pendula f. tortuosa.*) — Kertészeti Lapok. VII, 1892. Mit Abbildungen. (Ungarisch.)

Schröter, C., Das St. Antönierthal im Prättigau, in seinen wirtschaftlichen und pflanzengeographischen Verhältnissen dargestellt. — Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz. Band IX, 1895, S. 133—272. Mit einer Karte, fünf Tafeln in Phototypie, einer Tafel in Autotypie und 34 Textabbildungen. (Giebt auf S. 210—215 eine Uebersicht der dortigen Fichtenformen, mit sechs Abbildungen.)

Schröter, C., Les formes de l'épicéa en Suisse. — Archives des sciences physiques et naturelles. IVème période, tome IV, Novembre 1897. (Kurzes Referat eines Vortrages an der schweizerischen Naturforscherversammlung in Engelberg; zählt 18 Formen und Varietäten der Fichte in der Schweiz auf.)

Schübeler, Die Pflanzenwelt Norwegens. Christiania 1875.

Sendtner, Otto, Die Vegetationsverhältnisse des bayerischen Waldes, nach den Grundsätzen der Pflanzengeographie geschildert. München 1860.

Stenzel, Ueber Zweigabsprünge bei der Schwarzpappel und über abnorme Fichtenzapfen. — Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur. LIX, 1881, S. 312—313.

Steuroos, Bemerkenswerte Pflanzen von Nurmijäris im südlichen Finnland. — Meddelanden af Societatis pro Fauna et Flora Fennica. XIX, 1893, S. 8. Helsingfors.

— t., Aus den Bukowinaer Urwäldern. — Oesterreichische Forst- und Jagdzeitung. 15. Jahrgang, Nr. 45, November 1897, S. 357 (mit Fig. 369).

Teplouchoff, Th., Ein Beitrag zur Kenntnis der sibirischen Fichte, *Picea obovata* Ledebour. — Bulletin de la société impériale des naturalistes de Moscou. Année 1868. 3. 1869, p. 244—252.

Vertritt die Anschauung, dass *P. obovata* Ledebour nur eine klimatische Abart der *Picea excelsa* sei; er gruppiert folgendermassen:

Picea vulgaris Lk. var. *europaea* Tepl.: Aeusserer Rand der Samenschuppe mehrweniger in eine stumpfe Spitze ausgezogen, Umriss rhomboidal. — Spitze der Schuppe ausgerandet oder fein gekerbt; der von aussen sichtbare Teil ist flach. Schuppen hart. Zapfen 3—4,5" (= 7,5 — 11 cm.)

Picea vulgaris Lk. var. *uralensis* Tepl. (= *Picea obovata* Ledeb.): Schuppen hart. Zapfen 2—3,5" engl. Rand der Schuppe abgerundet, Schuppe eiförmig, Spitze der Samenschuppe fein gekerbt oder ganz, äusserer Teil flach oder schwach gewölbt.

Picea vulgaris Lk. var. *altaica* Tepl. (= *P. obovata* Ledeb.): Schuppenrand abgerundet oder abgestutzt, Schuppe breiteiförmig oder fast herzförmig. Spitze stets ganzrandig, oberer Teil stets gewölbt. Schuppen weich, biegsam, Zapfen 1,5—3" engl. (= 3,7—7,5 cm.)

Nach Ledebour unterscheidet sich seine *obovata* ausserdem

1) durch mucronate Nadelspitzen,
2) durch aufrechte Zapfen.

Das erste Merkmal ist sehr wechselnd.

Die aufrechten Zapfen sind jedenfalls unreife oder verkümmerte gewesen. Die reifen Zapfen sind nach Teplouchoff alle hängend.

Thomas, F., Ueber eine vielgipflige Fichte in Thüringen. — Verhandlungen des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg. XXIV, 1882, Sitzungsberichte, S. 101—102. Berlin 1883.

Thomas, F., Vielgipflige Fichten und Tannen. — Thüringer Monatsblätter. Verbands-Zeitschrift des Thüringerwald-Vereins. 5. Jahrg., Nr. 11 (Febr. 1898), S. 117—119. Eisenach 1898.

Torssander, A., Anmärkingsvärda Fancrogamer och Kärl-Kryptogamer i Wårdinge socken (Södermanland)· Botaniska Notiser för år 1897 — pag. 157—170.

Tubeuf F. v., Referat über „Eine merkwürdige Fichte" von D. Hess.

Tubeuf, F. v., Hexenbesen der Fichte. — Forstlich-naturwissenschaftliche Zeitschrift. II, 1893, S. 76, mit Tafel V.

Tubeuf, F. v., Die Haarbildungen der Coniferen. — Forstlich-naturwissenschaftliche Zeitschrift. 1896. Mit 12 Tafeln. München 1896.

Veitch, James, A Manual of Conifers. — London 1881. (Beschreibt auf Seite 69—72 ganz kurz acht Gartenvarietäten der Fichte.

Wahlenberg, Flora Lapponica. 1812, p. 257.

Wettstein, R. v., Die Omorika-Fichte, Picea Omorica Panč. — Eine monographische Studie. Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaft. Mathematik. Naturw. Klasse. XCIX. Band, IX. Heft, Abteilung I. Wien 1891.

Wilhelm, K., Ueber die Hängefichte (*Picea excelsa* Lk. var. *viminalis* Casp. — Verhandlungen der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien. Band XXXVII. 9. Febr. 1887.

Wilhelm, K., Merkwürdiger Fichtenzapfen. — Oesterreichische Forstzeitung, 1888, S. 169.

Willkomm, Forstliche Flora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz. 2. Aufl. 1887, S. 67—93.

Unterscheidet

a) Durch Standortsverhältnisse bedingte Wachstumsformen: Schneebruchsfichte, Alpenfichte (= Spitzfichte), Wetterfichte, Haselfichte, Stelzenfichte.

b) Varietäten (konstante Abänderungen aus unbekannten Ursachen oder durch das Klima):

vulgaris (mit den zwei Rassen der ***chlorocarpa*** und ***erythrocarpa***) ***medioxima*** Nyl.; ***virgata*** Jacques; ***pendula*** Carr.; ***monocaulis*** Nördl.; ***nigra*** Loud.; ***carpathica*** Loud. (= ***Picea montana*** Schur).

Witte, Eine astlose Weisstanne (*Abies pectinata var. monocaulis* Witte). — Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen. XXVII, S. 106—107. Berlin 1895.

Wittrock, Veit Brecher et Juel, H. O., Catalogus plantarum in Horto Botanico Bergiano annis 1890 et 1891 sub dio cultarum, adjectis adnotationibus Botanicis nonnullis. — Acta Horti Botanici Bergiani, Bd. I, Nr. 3. Stockholm 1891.

Wittrock, Veit Brecher, Skandinaviens Gymnospermer. — Separatabdruck aus: Hartmann, Skandinaviens Flora, 12. Aufl. Stockholm 1887.

Unterscheidet: var. *α*) ***vulgaris***; ***f. erythrocarpa*** Purk.; ***f. chlorocarpa*** Purk.; ***f. versicolor*** Wittrock (mit zum Teil gelblichweissen oder weissen Nadeln); ***f. brevifolia*** Cripps (niedriger Busch mit nur 2,5—5,5 mm langen Nadeln); ***f. viminalis*** Sparrmann bei Alstroemer; ***f. virgata*** Jacques.

var. *β*) ***obovata*** Ledebour.

Wurm, W., Waldgeheimnisse. — Stuttgart 1895.

Inhaltsübersicht.

Seite

Einleitung 125

I. Die Abarten (Varietäten) der Fichte.

A. Die Variabilität des Zapfens 127

1. Abänderungen in der Länge des Zapfens 129

2. „ „ „ Dicke des Zapfens 130

3. „ „ „ Grösse der Samen 131

4. „ im Bau der Zapfenschuppen 131

Zusammenhang mit der geographischen Verbreitung . . . 131

Deutung derselben 132

Die Reihe der Schuppenvarianten 135

B. Abgrenzung der Varietäten nach den Zapfen:

I. *Picea excelsa* Link var. *obovata* Ledebour 138

II. *Picea excelsa* Lk. var. *fennica* Regel 139

subvar. *medioxima* Nylander 140

subvar. *alpestris* Brügger 141

III. *Picea excelsa* Lk. var. *europaea* Teplouchoff 142

subvar. *typica* Schröter 143

subvar. *coerulea* Breinig 143

IV. *Picea excelsa* Lk. var. *acuminata* Beck 143

Das relative Alter der sibirischen und europäischen Fichte . . 145

II. Die Spielarten (lusus) der Fichte.

Definition 148

A. Nach dem Wuchs:

α) Nach der Richtung der Zweige:

1. lusus *viminalis* (Alstroemer) Caspary — Hängefichte . . 150

Uebergangsform: die Zottelfichte (Schindeltanne, Haselfichte) 151

2. lusus *pendula* Jacques et Hérincq — Trauerfichte . . 152

3. lusus *erecta* Schröter — Vertikalfichte 158

β) Verzweigungsarme (oligoclade) Spielarten:

4. lusus *virgata* (Jacques) Caspary — Schlangenfichte . . 158

5. lusus *monstrosa* Loudon — Astlose Fichte 170

γ) Verzweigungsreiche (polyclade) Spielarten:

6. lusus *columnaris* Carrière — Säulenfichte 173

7. lusus *globosa* Link — Kugelfichte, Hexenbesenfichte . 179

8. lusus *nana* Carrière — Zwergfichte 182

B. Nach der Rinde:

9. lusus *corticata* Schröter — Dickrindige Fichte . . . 184

10. lusus *tuberculata* Schröter — Zizenfichte 190

C. Nach den Nadeln:

1. Abänderungen in der Länge. 194

2. „ im Querschnitt 196

3. Abänderungen im anatomischen Bau 198

4. „ in der Anordnung. 199

5. „ in der Färbung. 199

Beziehungen der Bereifung zur Orientierung der Nadelflächen, an einer stark bereiften Fichte aus dem Jura studiert . . 200

Seite

6. Abänderungen in der Behaarung 202
7. Abänderungen in der Zuspitzung 203
8. Unterscheidung der Spielarten nach den Nadeln . . . 203
11. lusus *brevifolia* Cripps — Kurznadelige Fichte 203
12. lusus *nigra* Willkomm (oder var.?) — Doppeltanne . . 203
13. lusus *aurea* Carrière — Goldfichte 203
14. lusus *variegata* Carrière — Buntfichte 203

D. Nach dem Zapfenbau:

15. lusus *triloba* Ascherson und Graebner. — Die lappenschuppige Fichte 204

Anhang zu II („Spielarten der Fichte").

A. Hemmungserscheinungen an Zapfen:

1. Krüppelzapfen 207
2. Die „*squarrosa*" Zapfen von Jacobasch 212
3. Sistierung durch Frost 213
4. Parasitäre Hemmung 213

B. Ungenügend bekannte Abänderungen 215

Chlorocarpa und *erythrocarpa* 215

Haselfichte und Weissfichte 216

II. Die Formen der Fichte („Wuchsformen").

A. Correlationsformen.

α) Reaktion auf wiederholten Knospenverlust durch Tiere oder durch Menschen:

1.* Verbissfichte 218
2.* Zwillingsfichte 219
3.* Garbenfichte 219
4.* Schneitelfichte 220

β) Reaktion auf Verlust des schon erstarkten Endtriebes:

5* Kandelaberfichte 221

γ) Sekundäre Wipfelbildung infolge der Kipplage

6.* Harfenfichte 221

δ) Klimatische Correlationsform (Reaktion auf wiederholten Knospen-Verlust durch klimatische Faktoren):

7.* Strauchfichte („Schneebruchsfichte") 223
8.* Polsterfichte 224
9.* Mattenfichte 225

B. Reduktionsformen, durch das Klima bedingt.

10.* Spitzfichte 226
11.* Kegelfichte 228

C. Standortsformen.

12.* Sumpffichte 229
13.* Senkerfichte 229
14.* Stelzenfichte 231

Uebersicht der wild vorkommenden Varietäten, Spielarten und Formen der Fichte 232

Schlussbetrachtung 236

Desiderata 237

Litteraturverzeichnis 240

hte.

	11 **Wilhelm** in: Hempel u. Wilhelm 89	12 **Brügger**	9 **Jakobasch**	

1. Nadel-Inklinatorium. Die ältern Nadel-Inklinatorien litten hauptsächlich an drei Uebelständen, welche ihre Angaben unsicher machten und kaum eine höhere Genauigkeit als etwa $0^{0},1$ für die Inklinationsbestimmung gestatteten. Erstlich war die Ablesung der Kreisteilung gewöhnlich so eingerichtet, dass die scharfen Spitzen der Magnetnadel zur Ablesung ihrer Stellung ganz nahe an den, am innern Rand geteilten umgebenden Messingring herantraten, was zur Folge hatte, dass Staubteilchen und ein schwacher Eisengehalt des Messings leicht unrichtige Einstellungen der Nadel zur Folge haben konnten. Sodann liess die Politur und die geforderte kreisrunde Gestalt der Zapfen der Nadel-Achse, sowie die zweckmässige Beschaffenheit ihrer Unterlagen oft viel zu wünschen übrig, so dass aufeinanderfolgende Einstellungen der Nadel wegen der Reibung an den Achsen erheblich differierten. Endlich gab das Streichen der Nadel mit Magneten zur Ummagnetisierung derselben offenbar häufig dadurch zu Fehlern im Resultat Veranlassung, dass die vorausgesetzte Konstanz der Lage des Schwerpunkts in der Nadel gerade durch diese Operation gestört wurde.

Die erstern beiden Uebelstände können bei den vorzüglichen Dover'schen Nadel-Inklinationen durch die eingeführte Ablesung der Nadelstände mit Mikroskopen, die an der Alhidade des Vertikalkreises befestigt sind, sowie durch die gute Gestalt und Politur der Stahl-Zapfen und ihrer schneidenförmigen Achat-Unterlagen, soweit dies überhaupt möglich ist, als beseitigt betrachtet werden. Das störende Streichen aber der Nadel mit Magneten zur Ummagnetisierung haben wir im physikal. Central-Observatorium zu Petersburg dadurch vermieden, dass die in ihren Trog gelegte Magnet-Nadel zu dem Ende einfach zwischen die Pole eines kräftigen Elektromagnets eingeschaltet wurde, beziehungsweise später in die Höhlung einer Drahtspule gebracht wurde, durch welche eine halbe Minute lang ein Strom von 30 Ampère (2 Accumulatoren) cirkulierte. Die letztere Operation ist vorteilhafter, weil sie ohne Störung im magnetischen Observatorium selbst auszuführen ist. Diese Art des Ummagnetisierens hat sich auch noch dadurch als viel vorteilhafter erwiesen, weil die Nadel dabei viel kräftiger und konstanter magnetisiert wird, somit die Reibungshindernisse an der Achse leichter überwunden und eine Kontrolle des magnetischen Moments überflüssig wird. Zugleich wird durch die Raschheit der Operation erheblich an Zeit gewonnen.

Meine nachstehend mitzuteilenden Erfahrungen an Nadel-Inklinatorien beziehen sich demgemäss nur auf neuere Dover'sche oder ihnen gleichwertige Instrumente bester Qualität und eine Ummagnetisierung der Nadeln ohne Streichen derselben mit Magneten. Bei neuen Nadeln ergab sich dabei als mittlerer Fehler einer Bestimmung der Inklination $\pm$ 0′,5, der aber bei länger gebrauchten Nadeln auf $\pm$ 1′,0 oder auch wohl mehr anstieg. Diese Sicherheit der einzelnen Bestimmung erheischt aber behufs Vergleichbarkeit der aufeinanderfolgenden Messungen bereits eine Berücksichtigung der Inklinationsvariationen, da ja ganz abgesehen von kleinern oder grössern Störungen schon die tägliche Variation der Inklination 2′ und mehr erreichen kann. Im Observatorium zu Pawlowsk, auf dessen Messungen meine Erfahrungen sich stützen, konnten die Inklinations-Variationen den Aufzeichnungen des Magnetographen (Bifilar-Magnetometer und Lloyd'sche Wage) mit einer Sicherheit von mindestens $\pm$ 0′,1 entnommen werden und sind denn auch zum Ausgleich stets in Rechnung gezogen worden.

Die Erfahrung, dass verschiedene Nadeln eines und desselben Inklinatoriums oft sehr erhebliche Unterschiede der damit bestimmten Inklinationen ergeben, hatte zur Folge, dass man jedem Inklinatorium stets mehrere Nadeln beizugeben pflegt.

Ein von Dover in London mit Nr. 22 bezeichnetes Inklinatorium, das von 1876 an zuerst im magnetischen Observatorium zu St. Petersburg und nachher bis 1892 in demjenigen zu Pawlowsk in Gebrauch war, hatte zuerst zwei mit 1 und 2 bezeichnete Nadeln, zu denen später zwei weitere mit 5 und 6 bezeichnete und 1884 noch zwei mit 3 und 4 markierte hinzukamen. Im Juni bis August 1876 wurde dieses Inklinatorium in Petersburg mit einem ältern von Pistor und Martins in Berlin verglichen, wobei sich bezogen auf dieses für die Korrektionen der Nadeln 1 und 2 die Werte ergaben:

für Nadel 1: + 4′,73, für Nadel 2: + 3′,87

somit zwischen den Angaben beider Nadeln eine Differenz von 0′,86. Nach Hinzukommen der Nadeln 5 und 6 erfolgten zu Pawlowsk an diesem Inklinatorium allwöchentlich vom November 1878 bis und mit September 1879 abwechselnd an allen 4 Nadeln absolute Messungen, welche im Durchschnitt für diesen Zeitraum bezogen

auf das Mittel aller Nadeln für die einzelnen folgende Korrektionen ergaben:

Nadel 1	Nadel 2	Nadel 5	Nadel 6
$-0',28 \pm 0',34$	$1',53 \pm 1',27$	$-0',52 \pm 0,'56$	$-0',72 \pm 0',33$

Hier zeigt sich zwischen den Angaben der Nadel 1 und 2 die gegen früher viel grössere Differenz: 1′,81 und überdies im entgegengesetzten Sinne als 1876, so dass sich die Differenz in den drei Jahren um 2′,67 verändert hatte. Die viel grössere Unsicherheit, welche die einzelnen Bestimmungen mit der Nadel 2 ergaben, wies allerdings auf eine Fehlerhaftigkeit derselben hin, so dass sie vom September 1879 an ausser Gebrauch gesetzt wurde. Sehen wir demzufolge auch von der für sie erhaltenen sehr abweichenden Korrektion ab, so zeigt sich zwischen denen der Nadel 1 und Nadel 6 nur eine Differenz von 0′,44 und mit dem Mittel beider stimmt die Korrektion für Nadel 5 bis auf 0′,02 überein. Es könnte also scheinen, dass das Mittel der drei Nadeln 1, 5 und 6 eine absolute Sicherheit der Inklination von $\pm$ 0′,15 dargeboten hätte.

Im Jahre 1884 wurden, wie schon bemerkt, noch zwei mit Nr. 3 und 4 bezeichnete Nadeln von Dover für dieses Inklinatorium erworben und zugleich ein weiteres, für das Observatorium in Irkutsk bestimmtes mit Nr. 75 bezeichnetes und mit sechs Nadeln ausgerüstetes Inklinatorium von ihm angekauft, das ebenso wie ein älteres Inklinatorium Nr. 60 von Adie in London mit vier Nadeln sich zur Vergleichung im Observatorium zu Pawlowsk befand. Alle diese Instrumente mit ihren Nadeln hat Herr E. Leyst in der ersten Hälfte 1885 einer gründlichen Untersuchung und Verifikation unterworfen, deren Resultate im Repertorium für Meteorologie Bd. X, Nr. 5, 1886, von ihm mitgeteilt sind. Ich hebe daraus nur die auf das Mittel aller Nadeln dieser drei Instrumente bezogenen Schluss-Korrektionen heraus:

Inklinator	Nadel 1	2	3	4	5	6	Mittel
Dover Nr. 22	$-0',72$	—	$0',36$	$-1',95$	$-0',15$	$-0',07$	$-0',51 \pm 0',66$
Dover Nr. 75	0,90	0,70	1,06	1,06	0,58	0,46	$0,79 \pm 0,24$
Adie Nr. 30	0,50	0,04	$-0,50$	$-1,36$	—	—	$-0,33 \pm 0,60$

Hieraus ist zunächst zu entnehmen, dass selbst das Mittel von 5—6 Nadeln bei zwei verschiedenen Inklinatorien um 1′,3

verschiedene absolute Werte der Inklinationen liefern kann, auch wenn der mittlere Fehler einer Messung mit einer Nadel ein viel kleinerer ist. Die Annahme, dass das Mittel vieler Nadeln absolut richtige Inklinationswerte gebe, ist also jedenfalls bis auf $\pm$ 1′ nicht stichhaltig.

Wir ersehen aus obigen Daten ferner, dass auch neue Nadeln, wie 3 und 4 bei Dover Nr. 22, bis auf 2′,31 verschiedene Werte liefern können, während allerdings bei dem ganz neuen Instrument Dover Nr. 75 die grösste Differenz zwischen zwei Nadeln nur 0′,60 beträgt.

Die absoluten Korrektionen der Nadeln von Dover Nr. 22 sind mit denen von 1879 zwar nicht zu vergleichen, wohl aber müssten die Differenzen derselben für die einzelnen Nadeln gleich gross ausfallen, wenn sich dieselben während der sechs Jahre nicht relativ verändert hätten. Diese Differenzen sind aber für:

Dover 22	Nadel 1	Nadel 5	Nadel 6
1885—1879	— 0′,44	+ 0′,37	+ 0′,65

Es sind also in dieser Zeit relative Veränderungen der Korrektionen von über 1′ eingetreten.

Im Jahre 1886 wurden bei den allwöchentlichen normalen Beobachtungen nur die Nadeln 1 und 4 bei Dover 22 benutzt und Ende 1886 dann mit der Reserve-Nadel 3 verglichen. Angenommen die letztere habe in Folge ihrer Nichtbenutzung ihre Korrektion 0,′36 von 1885 unverändert beibehalten, so ergaben diese Vergleichungen als neue Korrektionen für

Dover 22	Nadel 1	Nadel 4
1886	— 3′,34	— 0′,85

und es hätte sich sonach Nadel 1 um 2′,62 und Nadel 4 im entgegengesetzten Sinne um 1′,10 verändert.[1])

Infolge der starken Aenderung, welche Nadel 1 erfahren hatte, wurde sie von den Beobachtungen ausgeschlossen und in der Folge, d. h. von 1887 an wieder die reparierte Nadel 2 und daneben noch 4, 5 und 6 benutzt; erst vom September 1889 an

[1]) Diese und die folgenden Daten sind unmittelbar den Einleitungen zu den Beobachtungen in Pawlowsk des ersten Teils der Annalen des physikalischen Central-Observatoriums zu St. Petersburg für die betreffenden Jahrgänge entnommen.

trat dann auch Nadel 3 wieder hinzu. Unter der Annahme, dass die vier Nadeln 3—6 ihre gesamte mittlere Korrektion, die im Jahre 1885 dem obigen zufolge — 0′,45 war, seither nicht verändert haben, ergeben sich aus den Vergleichungen Ende 1889 und im Jahre 1891 für die einzelnen Nadeln die Korrektionen:

Dover 22	Nadel 3	Nadel 4	Nadel 5	Nadel 6
1889	— 0′,42	— 4′,07	+ 1′,08	+ 0′,77
1891	+ 0, 30	— 3, 25	+ 1, 15	+ 0, 00

Darnach hätte sich die Nadel 3, die am wenigsten gebraucht worden war, von 1885 bis 1891 innerhalb der Grenze der Beobachtungsfehler gar nicht verändert, während die negative Korrektion von Nadel 4 bis 1889 um 2′,1 angestiegen und dann bis 1891 wieder um 0′,8 zurückgegangen wäre, Nadel 5 hätte sich im ganzen um rund 1′,2 verändert und die Korrektion der Nadel 6 wäre von nahe 0 bis 1889 zu 0′,8 angewachsen und dann wieder bis 1891 auf 0 zurückgegangen.

Aus den Vergleichungen in der ersten Hälfte von 1892 ergaben sich unter derselben Voraussetzung, dass das Mittel der Korrektionen der vier Nadeln dasselbe wie 1885 geblieben sei, für die einzelnen Korrektionen und ihre Veränderungen seit 1891 die Werte:

Dover 22	Nadel 3	Nadel 4	Nadel 5	Nadel 6
1892	— 1′,26	+ 0′,02	— 0′,21	— 0′,36
1892—1891	— 1, 56	+ 3, 27	— 1, 36	— 0, 36

In den beiden Jahren 1891 und 1892 wurden aber bereits auch regelmässig, d. h. allwöchentlich, absolute Inklinationsbestimmungen mit dem neuen grossen Induktions-Inklinatorium ausgeführt, bei welchem die Fehler einer Messung durchschnittlich 4″ nicht überschritten. Betrachten wir diese als absolut richtig, so ergeben sich folgende absolute Korrektionen der Nadeln von Dover in den beiden Jahren:

Dover 22	Nadel 3	Nadel 4	Nadel 5	Nadel 6	Mittel:
1891	0′,30	— 3′,24	+ 1′,17	0′,00	— 0′,44
1892	— 0, 70	+ 0, 58	+ 0, 35	+ 0, 20	+ 0, 11
1892—1891	— 1, 00	+ 3, 82	— 0, 82	0, 20	0, 55

Obschon also die Vergleichung mit dem Induktions-Inklinatorium für das Mittel aller Nadeln und damit auch für die

einzelnen Nadel-Korrektionen im Jahr 1891 fast dieselben Werte wie die Hypothese, dass ihr Mittel seit 1885 konstant geblieben sei, ergeben haben[1]), werden wir doch angesichts der Thatsache, dass einzelne Nadeln ihre Korrektion sowohl im Zeitraum 1885 bis 1891, als auch von 1891—1892 mehrfach um Beträge von 2 bis 3′ verändert haben, die letztere Hypothese nicht aufrecht erhalten können, sondern die Annahme, dass das Induktions-Inklinatorium konstante Angaben mache, vorziehen und somit die Zahlenwerte der letzten Tabelle für richtig ansehen, nach welchen das Mittel der Korrektionen der vier Nadeln sich im Laufe von nicht ganz einem Jahre um 0′,55 verändert hat.

In der Meinung, dass die nicht ganz sichere Einstellung der Faden in den Mikroskopen auf die Nadelspitzen, sowie das Anfassen der Nadeln beim Einlegen, bei ihrer Umkehr auf den Lagern und bei der Ummagnetisierung, endlich die offenbar nicht ganz genügende Justierung einzelner Teile, die nachträglich nicht gut zu korrigieren war, die erwähnten Unsicherheiten und Veränderungen in den Angaben des Dover'schen Nadel-Inklinatoriums bedingt hätten, hatte ich in der Werkstätte des physikal. Central-Observatoriums zu St. Petersburg ein neues Nadel-Inklinatorium konstruieren lassen, das von diesen Fehlern frei war und nach meinen Prüfungen im August 1889 zu Pawlowsk[2]) für die drei bessern Nadeln als mittleren Fehler einer Messung bloss ± 0′,12 ergab. Dabei gaben aber doch diese drei Nadeln absolute Mittelwerte der Inklination, die um 0′,79 im Maximum von einander abwichen und die vierte Nadel wich bei einem mittleren Fehler einer Messung von ± 0′,64 um volle 5′ in ihrem Resultat von dem der ersteren ab, ohne dass man an ihrem Aeusseren irgend einen Fehler hätte entdecken können. In den Jahren 1892

---

[1]) Die Uebereinstimmung der Nadel-Mittel, die nach den beiderlei Hypothesen abgeleitet sind, bis auf 0′,01 ist eine ganz zufällige; denn hätte Herr Leyst 1885, wie es eigentlich rätlicher gewesen wäre, das Mittel aller Nadeln bloss vom Inklinator Dover 75, der die beiden andern Inklinatorien an Genauigkeit weit übertraf, als absolut richtig angenommen, so wäre das als konstant angenommene Mittel der Korrektionen obiger 4 Nadeln: — 1′,75 statt — 0′,45 geworden.

[2]) H. Wild, Nadel-Inklinatorium modifizierter Konstruktion. Mém. de l'Acad. Imp. des sciences de St. Pétersbourg. VIIme série. T. XXXVII. No. 6. 1890.

und 1893 wurden die Angaben dieses Inklinatoriums mit denen des erwähnten Induktions-Inklinatoriums verglichen, wobei sich für die allein beobachteten drei bessern Nadeln folgende absolute Korrektionen ergaben:

Inklinatorium Wild-Freiberg	Nadel II	Nadel III	Nadel IV
1892	2′,52 ± 1′,60	2′,30 ± 0′,52	1′,04 ± 0′,96
1893	2,33 ± 0,74	1,67 ± 0,51	1,09 ± 0,56
1893—1892	— 0,19	— 0,63	0,05

Obschon diese Nadeln weder beim Einlegen in das Inklinatorium noch beim Herausnehmen aus demselben, noch bei der Umkehr um 180°, noch bei der Ummagnetisierung, die in der Drahtspule stattfand, mit den Händen angefasst wurden, so ergab sich zwischen zweien derselben doch eine Differenz von 1′,5 im Inklinations-Resultat und bei einer derselben von einem Jahr zum nächsten eine Korrektions-Aenderung von 0′,6.

Nach allen diesen Erfahrungen meinerseits, denen ja auch analoge anderer Forscher zur Seite stehen, wird man es vollauf gerechtfertigt finden, wenn ich sage, dass man zur Zeit mit den besten Nadel-Inklinatorien innerhalb der Grenzen von ± 1′ die Inklination nicht sicher absolut bestimmen kann und dass selbst relative Werte der Inklination von einem Jahr zum andern nicht über diese Grenze hinaus vergleichbar damit ermittelt werden können.

2. Induktions-Inklinatorium. Die geniale Idee von W. Weber, die Induktion des Erdmagnetismus in einer Drahtspule zur Bestimmung der Inklination zu verwerten, wobei nur die von Reibungs- und Schwerpunktsänderungen freie Bewegung einer, an einem Faden aufgehängten Magnet-Nadel um eine vertikale Achse in Betracht kommt, hat zum Induktions-Inklinatorium geführt, das in der ihm von Weber zuletzt (1853) gegebenen Form und Beobachtungsweise auch in einigen magnetischen Observatorien neben dem Nadel-Inklinatorium Eingang fand. Der Umstand, dass sich weit über die Fehlergrenze der letztern hinaus Unterschiede zwischen den Angaben der beiderlei Instrumente, nämlich bis zu 20′, hiebei ergaben, und die Ursache dieser Verschiedenheit nicht erfindlich war, hat wohl die allgemeinere Verbreitung und Benutzung des Induktions-Inklinatoriums verhindert.

Erst im Jahr 1878 gelang es mir, bei Gelegenheit der Untersuchung von zwei verschiedenen Induktions-Inklinatorien mit den zugehörigen Galvanometern im Observatorium zu Pawlowsk [1]) die Hauptursache obiger Verschiedenheiten in der im allgemeinen in Wirklichkeit nicht erfüllten Voraussetzung der Weber'schen Theorie des Induktions-Inklinatoriums zu erkennen, dass nämlich die Multiplikatorfunktion der angewandten Galvanometer einen von der Grösse des Ausschlagswinkels des Magnets unabhängigen, konstanten Wert habe. Hiernach musste man zur Erlangung guter Resultate mit dem Induktions-Inklinatorium entweder die Theorie der Bewegung eines Magnets innerhalb eines dämpfenden Multiplikators für grössere Ablenkungswinkel unter Berücksichtigung der Abhängigkeit der Multiplikatorfunktion vom letztern mathematisch entwickeln oder dann eine Methode der Beobachtung finden, welche uns von der Inkonstanz der Multiplikatorfunktion unabhängig machen würde. In Veranlassung dessen haben Herr O. Chwolson in St. Petersburg [2]) und wenig später auch Herr K. Schering in Göttingen [3]) jene Theorie mit für die Praxis genügender Annäherung entwickelt, und Herr Chwolson hat dieselbe dann auch auf meine Messungen an den beiden Induktions-Inklinatorien nach Bestimmung ihrer Multiplikatorfunktionen angewendet. Während mir dieselben nach der Weber'schen Theorie gegen das Nadel-Inklinatorium Dover Nr. 22 um 15′ resp. 5′ grössere Werte der Inklinationen ergeben hatten, wurden diese Differenzen nach der Chwolson'schen Berechnung auf 0′,3 resp. 0′,7 reduziert, so dass die Unsicherheit $\pm$ 0′,2 des Mittelwertes: 0′,5 nunmehr innerhalb die Genauigkeitsgrenze der Beobachtungen fiel. Anderseits habe ich im Jahr 1881 eine Beobachtungsmethode angegeben [4]),

---

[1]) H. Wild, Ueber die Bestimmung der absol. Inklination mit dem Induktions-Inklinatorium. Mém. de l'Acad. Imp. des sciences de St. Pétersbourg. VIIme série. T. XXVI. No. 3. 1878.

[2]) O. Chwolson, Ueber die Dämpfung von Schwingungen bei grössern Amplituden; ibid. T. XXVI, Nr. 14, April 1879, und Allgemeine Theorie der magnet. Dämpfer; ibid. T. XXVIII Nr. 3, April 1880.

[3]) K. Schering, Allgem. Theorie der Dämpfung. Ann. der Phys. und Chemie. Neue Folge Bd. IX, S. 287 und 452, Juni 1879.

[4]) H. Wild, Genaue Bestimmung der absoluten Inklination mit dem Induktions-Inklinatorium. Bulletin de l'Acad. Imp. des sc. de St. Pétersbourg. T. XXVII, p. 320, 1881.

welche die mit dem Induktions-Inklinatorium zu bestimmenden Inklinationen ganz unabhängig von der Variabilität der Multiplikator-Funktion mit dem Ablenkungswinkel macht. Sie besteht einfach darin, dass man die Rotationsachse des Induktors, statt sie nach Weber einmal vertikal und sodann horizontal einzustellen, bei der einen und andern Beobachtung um nahe gleich grosse Winkel beiderseits zur wahren Inklinationsrichtung neigt, so dass dann die Ausschlagswinkel am Galvanometermagnet auch nahe gleich gross werden. Das Mittel aus den im einen und andern Fall an einem Vertikalkreis abgelesenen Stellungen jener Rotationsachse wäre dann offenbar die wahre Inklination, wenn jene Ausschlagswinkel genau gleich gross ausgefallen wären; ist dies nicht der Fall, so bedingt ihre Differenz eine kleine, an jenem Mittel anzubringende Korrektion, die leicht zu berechnen ist. Eine andere Methode, unmittelbar und ganz ohne Rechnung die wahre Inklination zu finden, besteht nach Mascart[1]) darin, die Stellung der Rotationsachse des Induktors aufzusuchen, wo bei der Drehung desselben gar kein Strom erzeugt wird, also jene Achse parallel der Richtung der erdmagnetischen Kraft ist.

Die erstere Methode habe ich 1881 an dem, zu dem Zwecke etwas umgearbeiteten Induktions-Inklinatorium von Meyerstein erprobt und nach Gutbefinden derselben dann ein grosses, sehr stabiles Instrument dieser Art in der Werkstätte des phys. Central-Observatoriums ausführen lassen, welches im Frühjahr 1890 im Observatorium zu Pawlowsk aufgestellt und von Ende Juni an in regelmässigen Gebrauch nach meiner Methode treten konnte[2]).

Der mittlere relative Fehler einer Inklinations-Bestimmung mit diesem Instrument ergab sich damals zu $\pm 4'',5 = \pm 0',08$ und wurde in den folgenden Jahren durch verfeinerte Ablesung am Galvanometer auf $\pm 3'',5 = \pm 0',06$ erniedrigt[3]).

---

[1]) Compt. rend. T. XCVII, p. 1191. 1883.

[2]) H. Wild, Induktions-Inklinatorium neuer Konstruktion und Bestimmung der absoluten Inklination mit demselben in Pawlowsk. Mém. de l'Acad. Imp. des sc. T. XXXVIII, Nr. 3, 1890.

[3]) Die letztern Fehlerberechnungen findet man in meiner Schrift: Das Konstantinow'sche meteorol. und magnet. Observatorium in Pawlowsk (St. Petersburg 1895. Druckerei der Akademie der Wissenschaften) S. 112. Sie basieren auf den unmittelbar vorher mitgeteilten, aus den Fehlern der Variations-Apparate und der absoluten Messungen zusammengesetzten Unsicherheiten der

Die Null-Methode Mascarts habe ich bei meinem magnetischen Reisetheodolithen im Jahre 1892 zur Inklinations-Bestimmung verwendet, indem ich denselben zu dem Ende ein kleines, von Edelmann in München angefertigtes Induktions-Inklinatorium beigab, dessen zugehöriges Galvanometer auf den Theodolithen aufgesetzt wurde[1]). Dieses Inklinatorium liess im Observatorium die Inklination mit einem mittleren Fehler von $\pm 0',2$ bis $\pm 0',3$ und auf der Reise, wo kein Schutz gegen Wind für das Galvanometer angebracht war, mit einem solchen von $\pm 0',5$ bestimmen. Die Korrektion desselben, bezogen auf das grosse Induktions-Inklinatorium, wurde vor der Reise gleich $-0',10$ und nach derselben gleich $-0',12$ gefunden, hatte sich also, wie zu erwarten war, auf der Reise nicht verändert[2]). Die letztern Daten zeigen zugleich, dass die beiden Induktions-Inklinatorien von ganz verschiedener Konstruktions- und Beobachtungsweise in ihren Angaben innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler des Reise-Inklinatoriums übereinstimmen, beziehungsweise ihre Differenz $0',1$ nicht übersteigt. Gegenüber den 10 mal grössern Differenzen, die man zwischen verschiedenen Nadel-Inklinatorien erhält, und den beträchtlichen Aenderungen, die man an diesen selbst nach kürzern Reisen häufig konstatiert hat, sind vorstehende Resultate für Induktions-Inklinatorien sehr bemerkenswert und berechtigen wohl zu dem Schlusse, den ich bereits anderwärts gezogen habe[3]), dass nämlich die vollständige Ausschliessung von Nadel-Inklinatorien aus den erdmagnetischen Beobachtungen und ihr Ersatz durch Induktions-Inklinatorien nur noch eine Frage der Zeit sein könne. Je rascher dies erfolgt, desto

---

Normalstände der erstern für die Jahre 1892 und 1893. Nimmt man die entsprechenden Grössen für die Vertikal-Intensität von 1894 nach den Annalen für dieses Jahr noch hinzu, so wird im Mittel aller 3 Jahre der Fehler einer absoluten Inklinations-Messung mit dem Induktions-Inklinatorium noch etwas kleiner.

[1]) Repertorium für Meteorologie Bd. XVI, No. 2, 1892. — Eine besondere Beschreibung des Inklinatoriums als vom Theodolith unabhängiges Instrument siehe: Meteorol. Zeitschrift für 1895 S. 41.

[2]) W. Dubinsky. Magnetische Messungen in den Ostseeprovinzen und im Weichselgebiet. Repert. für Meteorologie. Bd. XVII, Nr. 13, 1894.

[3]) H. Wild, Ueber die Fehler bei erdmagnetischen Messungen. Terrestrial Magnetism, Vol. II. p. 85. September 1897.

eher wird die grosse Unsicherheit verschwinden, welche jetzt noch fast überall den absoluten Messungen der Inklination anhaftet, und für sie dann mindestens dieselbe Genauigkeit wie für die absolute Bestimmung der Deklination erzielt werden. Dass die Inklinationsbestimmung mit einem Induktions-Inklinatorium auch kaum halb so viel Zeit beansprucht, als die mit einem Nadel-Inklinatorium, bedarf ebenfalls der Erwähnung.

Bei dem neuern magnetischen Reisetheodolith, den ich kürzlich beschrieben habe[1]), ist das Induktions-Inklinatorium in vollkommener Weise dem Instrument selbst eingefügt.

Kürzlich ist in der Werkstätte des Herrn Professor Dr. Edelmann in München nach gemeinsamen Ideen von ihm und mir ein neues Induktions-Inklinatorium konstruiert worden, welches unter Benutzung der Null-Methode die höchste Genauigkeit der Messungen darbieten soll. Zu dem Ende besitzt dasselbe statt der bisher üblichen kreisförmigen Induktor-Spulen einen trommelartigen Induktor mit entsprechendem Kommutator wie bei den Dynamo-Maschinen, so dass in jeder Stellung bei der Drehung der Trommel das Maximum der Induktion erfolgt. Dabei wird der Induktor durch ein beliebig vom Beobachter zu arretierendes Laufwerk mit fallendem Gewicht angetrieben, dessen Bewegung durch eine Drahtspirale auf die Induktor-Achse ohne Stösse übertragen wird. Die letztere ist mit ihrer Unterlage an einem abgeschrägten Steinpfeiler so montiert, dass sie angenähert parallel zur Inklinationsrichtung des betreffenden Ortes orientiert ist. Die genaue Einstellung derselben auf den magnetischen Meridian erfolgt durch seitliche Schiebung des einen Lagers mittels Justierungsschrauben, und die genaue Einstellung auf die Inklination im Meridian resp. auf die Lage, wo im Galvanometer der Strom verschwindet, geschieht seitens des Beobachters vermittelst eines Schlüssels, welcher eine Schraube zum Heben oder Senken des andern Lagers dreht. Zur Messung des Inklinations-Winkels dient ein Vertikalkreis, der auf demselben Steinpfeiler oben aufgestellt ist und dessen Fernrohr mit seiner optischen Achse zur Koincidenz mit der Normalen eines senkrecht zur Drehungsachse des

[1]) H. Wild, Theodolith für magnetische Landesaufnahmen. Vierteljahrsschrift der naturf. Gesellschaft in Zürich, Jahrgang XLI. 1896.

Induktors an deren einem Ende befestigten Spiegels gebracht wird. Ein kleines Prisma vor dem Objektiv des Fernrohrs gestattet, damit zugleich das Galvanometer abzulesen. Nach vorläufigen Versuchen dürfte eine Sicherheit von $\pm 1''$ mit diesem Instrument zu erreichen sein[1]).

Im Jahr 1856 hat F. E. Neumann in Königsberg in seiner Vorlesung „Theorie der induzierten elektrischen Ströme" noch die Theorie einer anderen Benutzungsweise der Weber'schen Induktions-Methode zur Bestimmung der Inklination vorgetragen, die ebenfalls eine Null-Methode darstellt und später von Prof. L. Weber in Breslau[2]) ausgeführt worden ist. Sie beruht darauf, dass zwei Drahtrollen, die eine um eine horizontale und die andere um eine vertikale Achse, zugleich mit derselben Geschwindigkeit gedreht und die dadurch erzeugten Induktions-Ströme verschiedener Stärke durch Varierung der Widerstände in beiden Stromkreisen ausgeglichen werden, was durch Annulierung der Ablenkung der Magnetnadel in einem Differential-Galvanometer oder auch nach der Brückenmethode erkannt werden kann. Herr L. Weber schätzt am Schluss der erwähnten Abhandlung den Fehler in der Bestimmung der Inklination mit seinem Instrument auf rund $\pm 1'$. Nach S. XXVI der Einleitung zu den magnetischen Beobachtungen in Potsdam in den Jahren 1890 und 1891 ist ein solcher Erdinduktor nach L. Weber neben einem Nadel-Inklinatorium für dieses Observatorium beschafft worden, indessen während dieser Zeit nicht aus dem Stadium der Versuche herausgekommen. Auch seither ist hierüber, wie überhaupt über die absoluten magnetischen Messungen in Potsdam nichts weiteres bekannt geworden. Es kann also zur Zeit über die Leistungsfähigkeit dieser Methode nichts Sicheres angegeben werden.

II. Variations-Instrumente für die Inklination.

Die Variationen der Inklination können entweder direkt bestimmt oder dann aus den gleichzeitigen Angaben der Variations-

[1]) Dieses Instrument wurde in seinen wesentlichen Teilen der Sektion für physikal. Geographie bei der Eingangs erwähnten Naturforscher-Versammlung am 2. August 1898 vorgewiesen.

[2]) Sitzungsberichte der k. preuss. Akademie der Wissensch. zu Berlin. 3. Dezember 1885.

Instrumente für die Horizontal-Intensität und die Vertikal-Intensität abgeleitet werden. Da die Konstruktion und Genauigkeit der Variations-Instrumente für die Horizontal-Intensität gegenwärtig nichts mehr zu wünschen übrig lässt, so haben wir hier von den beiden letztern Instrumenten nur die Variometer für die Vertikal-Intensität näher zu betrachten.

1. Variations-Inklinatorium. Im Jahr 1830 hat Akademiker Kupffer zuerst mit dem vom Gambey in Paris nach seinen Angaben konstruierten Variations-Inklinatorium die tägliche Variation der Inklination nachgewiesen. Dieses vollkommen gut erhaltene, in seiner Art vorzügliche Instrument, wurde während des Jahres 1878 im unterirdischen Pavillon für Variationsbeobachtungen in Pawlowsk regelmässig beobachtet, wobei sich aus seinem Vergleich mit andern bezüglichen Variationsinstrumenten als Fehler desselben für Bestimmung der Inklination der Wert $\pm 0',30$ ergab.[1])

2. Variometer für Vertikal-Intensität. Als Instrument zur Beobachtung der Variationen der vertikalen Komponente der erdmagnetischen Kraft hat Lloyd in Dublin 1838 die nach ihm benannte Wage angegeben[2]), bei welcher die Bewegungen eines horizontalen, um eine Schneide als Horizontal-Achse sich drehenden Magnets anfänglich mit Mikrometer-Mikroskopen, später auch durch Spiegelablesung mit Fernrohr und Skale zur Feststellung jener Variationen gemessen wurden.

Zuerst orientierte Lloyd seinen Magnetwagebalken parallel zum magnetischen Meridian, zog dann aber später vor, ihn senkrecht zum Meridian zu stellen. Es ist dies offenbar deshalb geschehen, weil in der letztern Lage die Aenderungen der Horizontal-Intensität keinen Einfluss auf die Stellung der Wage haben. Wie ich indessen in meiner Abhandlung „Neue Form magnetischer Variationsinstrumente etc."[3]) gezeigt habe, üben dann die Aenderungen der Deklination eine quantitativ ganz entsprechende Wirkung auf die Wage aus, wie im erstern Falle, d. h. bei paralleler Lage

---

[1]) H. Wild, Das Konstantinow'sche meteorologische und magnetische Observatorium in Pawlowsk. St. Petersburg 1895. S. 105.

[2]) Proceedings of the Royal Irish Academy 1838—39 p. 334.

[3]) Mém. de l'Acad. Imp. des sc. de St. Pétersbourg. T. XXXVII. Nr. 4. 1889 p. 39.

zum Meridian, die Variationen der Horizontal-Intensität, welche Wirkung übrigens in beiden Fällen nur bei grossen Variationen ins Gewicht fällt. Man gewinnt also, entgegen der allgemein verbreiteten Ansicht, durchaus nichts durch die Wahl jener Lage, verfällt aber dafür dem Fehler, dass der Magnet, der mit seiner Schneide gewöhnlich auf ebenen Platten aufliegt, bei jeder Erschütterung des Pfeilers infolge der Einwirkung des Erdmagnetismus aus seiner Lage senkrecht zum Meridian durch Gleiten der parallelen Lage mit demselben sich zu nähern sucht, was eine allmähliche Veränderung der Empfindlichkeit der Wage und, wenn der Magnet durch die Arretierung in die normale Lage zurückgebracht wird, jedesmal einen Sprung in den Angaben der Wage zur Folge hat.

Gewöhnlich wird auch bei den Justierungen der Lloyd'schen Wage darin gefehlt, dass man ihre Empfindlichkeit allzusehr steigern will. Es genügt, dieselbe ebenso gross wie die des Bifilars für die Horizontal-Intensität zu machen, so nämlich, dass bei beiden einem Ausschlag von 1′ Bogen eine Aenderung der Intensität von 0.00005 *C. G. S.* entspricht.[1])

Bei der empirischen Bestimmung der Empfindlichkeit der Wage durch Ablenkungsbeobachtungen an ihr und am Unifilarmagnetometer ist ferner sehr darauf zu achten, dass die Magnete beider den theoretischen Voraussetzungen gemäss gleiche Grösse und Form haben; es können sonst leicht Fehler bis zu 10 ja 20 % im Resultat entstehen.[2])

Endlich ist zu bemerken, dass die Lloyd'sche Wage in ihrer einfachen Gestalt vielmehr ein Thermometer als ein Variometer für die Vertikal-Intensität darstellt, indem dann z. B. schon eine Aenderung der Temperatur derselben um $^1/_6{}^0$ C. einen Ausschlag von 1′ bewirkt, während diese Grösse einer Variation der Vertikal-Intensität von bloss 0,0001 ihres Wertes entspricht. Die Einführung einer wenigstens annähernden Temperatur-Kompensation ist daher bei der Lloyd'schen Wage sehr geboten.

---

[1]) Siehe H. Wild, Zweckmässige Empfindlichkeit der erdmagnetischen Variationsapparate. Bulletin de l'Acad. Imp. des sc. de St. Pétersbourg. T. XXVIII p. 30 1881.

[2]) Siehe Einleitung zu den Beobachtungen in Pawlowsk S. IV. und V. Annalen des phys. Central-Observatoriums für 1892. I. Teil.

Unter Berücksichtigung der vorstehenden Bemerkungen bei der Konstruktion und Behandlung der Lloyd'schen Wagen gelang es im Observatorium zu Pawlowsk, die Angaben derselben so zu verfeinern, dass die Sicherheit der aus ihren Ablesungen abzuleitenden Vertikal-Intensitäten ungefähr dem Wert von $\pm 0',3$ Ausschlag an der Lloyd'schen Wage des Magnetographs und $\pm 0',15$ bei derjenigen für direkte Beobachtung oder $\pm 0{,}0000152$ resp. $0{,}0000076$ C. G. S. oder auch: $\pm 0{,}000032$ resp. $0{,}000016$ der ganzen Vertikal-Intensität schliesslich entsprach. (Für die aus den Variationen der Vertikal- und Horizontal-Intensität abzuleitenden Variationen der Inklination ergaben sich hiernach Fehler von $\pm 3'',4$ resp. $\pm 1'',7$.)[1]

Diese Fehler sind aber noch drei mal grösser als die, welche der Genauigkeit der Skalen-Ablesung bei den beiden Instrumenten, nämlich $0',1$ resp. $0',05$ entsprechen würden, während bei den Variationsinstrumenten für Deklination und Horizontal-Intensität sehr nahe die ihren Ablesungsfehlern zukommende Sicherheit auch wirklich erreicht worden war. Es scheinen also trotz der Güte der betreffenden Wagen die Reibungshindernisse an den Schneiden doch noch einen grössern störenden Einfluss als die Torsions-Unsicherheiten bei den Aufhängedrähten der andern Instrumente ausgeübt zu haben. Überdies fiel wohl von jeher, insbesondere aber beim Magnetograph, auf, dass zu Zeiten, wo selbst mit fast aperiodisch gedämpften Magneten die beiden Filar-Instrumente heftig zuckende Bewegungen anzeigen, die Lloyd'sche Wage einen ruhigern, mehr kontinuierlichen Gang der Variation aufweist. Indem man auch dies Reibungshindernissen an der Schneide beimass, war man bemüht, hier ebenfalls eine Filar-Suspension des Magnets an die Stelle zu setzen.

Im Jahr 1872 habe ich eine Lloyd'sche Wage konstruieren lassen, bei welcher zwei horizontal ausgespannte, ungefähr 1 m lange, feine Neusilberdrähte an den Seiten des Magnets befestigt waren und so statt der Schneide als Drehungsachse desselben dienten.[2] Auch als die Neusilberdrähte später durch Platindrähte, ferner diese durch eine Aufhängung an Federn analog wie bei Uhrpendeln

---

[1]) Siehe: Das Konstantinow'sche Observatorium etc. S. 104 und 105.

[2]) H. Wild, Ueber ein neues Variationsinstrument für die Vertikal-Intensität. Bulletin de l'Acad.-Imp. des sc. T. XVII, p. 456. 1872.

und endlich statt dieser durch eine solche an Coconfaden ersetzt wurden, liess sich keine derartige Stabilität des Instruments erzielen, dass sie erlaubt hätte, über die Leistungsfähigkeit desselben ein definitives Urteil zu gewinnen. Es wurden daher die Versuche abgebrochen und später nicht wieder aufgenommen.

Glücklicher scheint K. Schering gewesen zu sein, indem er 1882 statt an einem 1 m langen je an zwei 5 m langen Drähten beiderseits den Magnet aufhängte und so den störenden Einfluss der elastischen Nachwirkungen der Drähte verminderte.[1]) Herr Schering sagt nämlich, dass sich das neue Instrument zu Göttingen bei den Beobachtungen in den Jahren 1882 und 1883 zur Zeit der internationalen Polarexpeditionen gut bewährt habe. Indessen ist dies aus der Publikation dieser Beobachtungen[2]) durchaus nicht bestimmter, d. h. ziffernmässig zu entnehmen, da die den absoluten Messungen entsprechenden Normalstände der Variationsapparate und ein Vergleich dieser untereinander dort nicht mitgeteilt sind, und demzufolge ein bestimmtes Urteil weder über die Genauigkeit der absoluten Beobachtungen, noch derjenigen der Variationsapparate möglich ist.

Lloyd selbst hat, um zur Filarsuspension des Magnets zu gelangen, das Prinzip seiner Wage ganz verlassen und 1842 das sogen. Eiseninduktions-Inklinometer[3]) konstruiert, welches die Variationen der Vertikalintensität oder Inklination durch die Ablenkungen misst, die zwei von der Vertikalintensität induzierte Stäbe aus weichem Eisen an einer horizontalen unifilar aufgehängten Magnetnadel bewirken. Die Anwendbarkeit dieses Prinzips setzt voraus, dass die Variationen des induzierten Eisenmagnetismus den Variationen des Erdmagnetismus wirklich proportional seien. Obschon nun Wilh. Weber schon in den Resultaten aus den Beob. des magnet. Vereins im Jahr 1841 (Leipzig 1843) S. 85 u. folg. nach bezüglichen Versuchen Zweifel gegen die Richtigkeit dieser

[1]) Karl Schering, Das Quadrifilar-Magnetometer. Nachrichten der K. Gesellschaft der Wissenschaft zu Göttingen, 16. Juli 1884.

[2]) E. Schering und K. Schering, Beobachtungen in Gauss' erdmagnet. Observatorium zu Göttingen während der Polarexpeditionen 1882 und 1883. — Beobachtungsergebnisse der deutschen Stationen für die internat. Polarforschung Bd. I, S. 627.

[3]) H. Lloyd, A new magnetical instrument etc. Proceed. of the R. Irish Academy 1842.

Voraussetzung erhoben hat, so fand doch das Eiseninduktions-Inklinometer, wohl wegen seiner Einfachheit, namentlich in der ihm von Lamont gegebenen Form eine grosse Verbreitung und wurde auch bei den internationalen Polarexpeditionen 1882 und 1883 vielfach gebraucht. Zu dieser Zeit fand deshalb auch in Pawlowsk ein sehr eingehender Vergleich dieses Instruments mit zwei Lloyd-schen Wagen statt,[1]) woraus sich ergab, dass selbst in den Monaten, wo das Eiseninduktions-Inklinometer am besten funktionierte, die mittlere Differenz seiner Angaben gegen die der Lloyd'schen eine doppelt so grosse Unsicherheit zeigte, als die Differenzen der beiden Lloyd'schen Wagen unter sich, von denen die eine damals sogar noch nicht für die Temperatur kompensiert war. Die absolute Unsicherheit der aus den Ablesungen am Induktions-Inklinometer abzuleitenden Vertikal-Intensität betrug im Durchschnitt für jene Monate: $\pm$ 0,00021 *C. G. S.*, während sie bei der kompensierten Lloyd'schen Wage des Magnetographs im Jahr 1893 nach S. 16: $\pm$ 0,000015 *C. G. S.* war, also über 10 mal kleiner.

Wenn man aber in dem citierten Werk die Werte obiger Differenzen S. XC — XCVII im Detail durchgeht, so wird man, gegenüber der durchweg guten Uebereinstimmung der Angaben der beiden Lloyd'schen Wagen mit einer Maximumsdifferenz von 0,00040 *C. G. S.* in den 12 Monaten, zwischen der einen von ihnen und dem Eiseninduktions-Inklinometer ein beständiges Hin- und Herschwanken der Differenzen mit grossen Sprüngen bemerken, wobei Maximumsdifferenzen bis zu 0,00573 *C. G. S.* in obigem Zeitintervall auftreten.

Der Uebelstand, dass die Variationen der Deklination und Horizontal-Intensität beim Induktions-Inklinometer mit in die Gesamt-Veränderungen der Magnetstellung hineingehen und von diesen erst zu subtrahieren sind, wenn man die allein der Vertikal-Intensität zukommenden erhalten will, erschwert überdies bedeutend den Gebrauch dieses Instruments und macht ihn nach W. Giese in Polargegenden fast zur Unmöglichkeit. In dem Artikel: „Kritisches über die auf arktischen Stationen für magnet. Messungen, insbesondere für Variationsbeobachtungen zu benutzenden Apparate“[2])

[1]) H. Wild, Terminsbeobachtungen im Observatorium zu Pawlowsk 1882 und 1883. Mém. de l'Acad. Imp. des sc. T. XXXIII Nr. 5, 1885, S. 35 und 39.

[2]) Exner's Repertorium der Physik Bd. XXII S. 203.

sagt Herr Giese (S. 224), dass die Misstände der Lamont'schen Vertikalvariometer (Eisen-Induktion) nur durch gänzliche Entfernung derselben aus den magnetischen Observatorien, zum mindesten den arktischen, gelöst werden können. Und an anderer Stelle[1]) teilt derselbe Forscher mit, dass die Angaben der beiden Eiseninduktions-Inklinometer der Station im Kingua-Fjord in keiner Weise mit denen der Lloyd'schen Wage übereinstimmten, während die letztern sich sehr genau den in der geschlossenen horizontalen Kabelleitung induzierten Strömen anschlossen. Zu ganz entsprechenden Resultaten betreffend die Unsicherheit der Eiseninduktions-Inklinometer gegenüber der Lloyd'schen Wage gelangte auch die österreichische Polarstation in Jan Mayen.[2])

Unsere Erfahrungen in Pawlowsk rechtfertigen auch für diese Breite vollkommen das verwerfende Urteil des Herrn Giese über das Eiseninduktions-Inklinometer.

Ob die Modifikationen dieses Variometers für Vertikal-Intensität, welche K. Schering als Deflektoren-Bifilar-Magnetometer[3]) und E. Biese als Vertikalvariometer mit vertikalen Magneten[4]) angegeben haben und die hauptsächlich die gleichzeitige Einwirkung der Variationen der Deklination und der Horizontal-Intensität auf das Instrument zu beseitigen suchten, bessere Resultate liefern als das einfache Lloyd'sche oder Lamont'sche Variometer dieser Art, kann leider, da vergleichende, länger fortgesetzte Beobachtungen an denselben fehlen, zur Zeit nicht entschieden werden. Von dem, aus unsern Beobachtungen in Pawlowsk, wie auch aus denen im Kingua Fjord unzweifelhaft hervorgehenden Fehler, dass die Induktion in den Eisenstäben nicht strenge proportional den Variationen der Vertikal-Intensität ist oder wenigstens denselben nicht rasch genug folgt, sind die neuen Instrumente jedenfalls auch nicht frei.

Von diesem Fehler würde dagegen ein Induktions-Variometer für die Vertikal-Intensität jedenfalls nicht affiziert sein, welches

[1]) Beobachtungsergebnisse der deutschen Stationen für internat. Polarforschung Bd. I. S. 426. Art. 23.

[2]) Beobachtungsergebnisse der österreichischen Polarstation in Jan Mayen. II. Bd. 2. Abt. S. 32, 35 und 36.

[3]) Nachrichten der k. Gesell. der Wiss. zu Göttingen, 24. April 1886.

[4]) Das Vertikalvariometer mit vertikalen Magneten. Akadem. Abhandlung von Ernst Biese, cand. philos. — Helsingfors 1890.

Akademiker Kupffer nach einer Idee W. Webers[1]) im Jahr 1841 für das physikal. Central-Observatorium zu St. Petersburg von Mechaniker Meyerstein in Göttingen ausführen liess. Ein mit seiner Achse auf doppelten Friktionsrollen ruhender Messingcylinder von 20 Kilogramm Gewicht wird durch ein Laufwerk mit einer Geschwindigkeit von 3 Umdrehungen in der Sekunde um seine horizontale, parallel zum magnetischen Meridian orientierte Achse gedreht, was man daran erkennt, dass die Sekunden-, Minuten- und Stundenzeiger des beigegebenen regulierenden Uhrwerks dem Gang einer gewöhnlichen, nach mittlerer Sonnenzeit gehenden Uhr folgen müssen. Die Achse des Cylinders ist auf eine Weite von 30 mm durchbohrt und in diese Höhlung ragt vom offenen Ende aus der eine Pol eines bifilar aufgehängten cylindrischen Magnetstabs hinein. Dieses Instrument, das offenbar, ich weiss nicht weshalb, nie gebraucht worden war und das ich in defektem Zustand in einem Schranke des magnetischen Observatoriums vorfand, habe ich nach erfolgter Reinigung und Reparatur im Jahr 1891 im grossen Saale des physikal. Central-Observatoriums aufstellen lassen. Um die geforderte Umdrehungsgeschwindigkeit zu erzielen, musste ein Gewicht von 52 Kilogramm am Laufwerk angebracht werden; alsdann wurde der Magnet durch die, im Cylinder von der vertikalen Komponente der erdmagnetischen Kraft induzierten Ströme so stark aus dem Meridian abgelenkt, dass es bei der gewählten Suspension einer Torsion des obern Verbindungsstückes der Faden um 53° 33′ bedurfte, um denselben wieder in den magnetischen Meridian zurückzuführen, was durch Beobachtung des an der Magnetsuspension angebrachten Spiegels mit Fernrohr und Skale erkannt werden konnte. Aus den Veränderungen dieses Spiegelstandes resp. des obigen Torsionswinkels z_0 um ζ waren dann die entsprechenden Aenderungen $Z - Z_0$ der Vertikal-Intensität angenähert nach der Formel:

$$Z - Z_0 = Z_0 \operatorname{cotg} z_0 \operatorname{tang} \zeta$$

zu berechnen, wo Z_0 die für $\zeta = 0$ geltende Vertikal-Intensität darstellt. Diese war damals in Petersburg: $Z_0 = 0{,}470$ *C. G. S.*, so dass für eine Ablenkung: $\zeta = 1'$ aus vorstehender Gleichung folgt:

[1]) Resultate aus den Beob. des magn. Vereins 1841. S. 98 und 99 Anm.

$$Z - Z_0 = 0{,}0001\ C.\ G.\ S.,$$

was eine genügende Empfindlichkeit des Instrumentes repräsentiert. Nun zeigte sich aber durch den Versuch, dass eine Beschleunigung in der Umdrehung des Cylinders durch das Laufwerk, welche einem Vorgehen der Uhr um 1 Sekunde in einer Minute entsprach, am Magnet eine Ablenkung um 4′ bewirkte. Damit also die Variationen der Vertikal-Intensität in den Ablenkungen des Magnets rein zum Ausdruck gelangen, resp. Unregelmässigkeiten im Gang des Laufwerks auf denselben keinen 0′,1 Ablenkung übersteigenden, störenden Einfluss gewinnen können, müssten dieselben pro Minute nicht mehr als $\pm$ 0,025 Sekunden oder pro Stunde nicht mehr als $\pm$ 1,5 Sekunden betragen. Eine solche Gleichförmigkeit der Bewegung konnte indessen bei meinen Versuchen weder unter Benutzung des von Meyerstein dem Triebwerk beigegebenen Uhrwerks (statt des ursprünglich vorausgesehenen Regulators von Professor Hansen), noch nach Ausschaltung desselben nicht einmal während einer Stunde, geschweige denn auf längere Zeit erzielt werden. Ich teile dies alles hier mit, weil die bezügliche Notiz in meinem Jahresbericht des physikalischen Central-Observatoriums für 1891, S. 19 und 20, kaum allgemeine Beachtung gefunden haben dürfte und sonst über diesen interessanten Apparat nichts bekannt geworden ist. Vielleicht wird es der neuern Technik gelingen, das Problem der genügend gleichförmigen Bewegung einer so grossen Masse auf längere Zeit zu lösen und damit diese Idee fruchtbringend zu machen.

Wenn es aber schon möglich sein wird, eine solch gleichförmige Bewegung zu erzielen, dass die Geschwindigkeit bis auf nahe 0,00001 ihres Betrags längere Zeit konstant bleibt, so dürfte es wohl vorteilhafter sein, als Variometer für die Vertikal-Intensität das oben erwähnte neue Induktions-Inklinatorium mit Trommel-Induktor zu benutzen, dessen Rotations-Achse in diesem Falle horizontal zu legen wäre, da die in Drehung zu versetzende Masse hier viel kleiner sein kann und das Galvanometer mit seinem Magnet vom Induktor beliebig zu entfernen ist. Als Variations-Inklinatorium für direkte Beobachtung kann jenes Instrument wegen seiner Empfindlichkeit jetzt schon benutzt werden.

Die Veränderungen in der Stärke der Vertikal-Komponente des Erdmagnetismus müssen aber auch in einem ruhenden, geschlossenen Leiter Ströme induzieren, welche der Grösse jener Veränderungen bei horizontaler Lage des Leiters proportional sein werden. Dieser Ueberlegung gemäss hat Hr. W. Giese das für die Beobachtung von Erdströmen bestimmte Kabel von 12 km Länge der Polar-Expedition nach dem Kingua-Fjord anfänglich (Winter 1882 auf 1883), als noch keine Erdverbindungen zu machen waren, auf dem Eise des Fjords zu einer geschlossenen Kreis- oder vielmehr Polygon-Leitung von 8 km² ausgelegt, die Intensität der darin auftretenden Ströme mit einem passenden Galvanometer gemessen und mit den Angaben der Lloyd-schen Wage verglichen, wobei er, wie schon oben erwähnt, eine sehr gute Uebereinstimmung fand. Da die Empfindlichkeit beim erstern Apparat über hundert Male grösser war als bei der Lloyd'schen Wage, so ist die Erwartung nicht ungerechtfertigt, dass man auch in unsern Breiten und mit kleinern Stromflächen die Variationen der Vertikal-Intensität so bestimmen könnte; indessen liegen noch keine Versuche in dieser Richtung vor. Allerdings kann man von dieser Einrichtung keinen vollen Ersatz der Lloyd-schen Wage oder der andern, oben nach ihr erwähnten Apparate erwarten, indem die Variationen der Vertikal-Intensität in dem Kabel nur vorübergehende Ströme induzieren, welche also auch beim eingeschalteten Galvanometer nur Zuckungen der Magnetnadel, aber keine ständigen Ablenkungen bewirken werden. Mit andern Worten, nur bei den mehr oder minder rasch vorübergehenden Variationen wird sich ein Parallelismus in den Angaben der Lloyd'schen Wage und der in der Kreisleitung induzierten Ströme am Galvanometer ergeben; andauernde Vergrösserungen oder Verminderungen dagegen der Vertikal-Intensität wird nur die Lloyd'sche Wage durch dauernde Standänderungen anzeigen, während die Galvanometer-Nadel bloss ihren Anfang und ihr Ende durch Ausschläge markieren und zwischen hinein in ihrem Ruhestand verharren wird.

Fassen wir das über die Variometer für Inklination und Vertikal-Intensität Gesagte zusammen, so kann also zur Zeit nur die **Lloyd'sche Wage** als befriedigendes und bewährtes Instrument zur Bestimmung der Variationen der Vertikal-

Intensität bezeichnet werden, was aber nicht ausschliesst, dass es wünschenswert erscheint, noch empfindlichere Instrumente mit Benützung der induzierten Ströme, indessen unter Ausschluss der Eisen-Induktion, zu gewinnen. Sollte dies gelingen, so würde also die Induktion, wie sie bereits das einzig gute Instrument für die absolute Messung der Inklination geliefert hat, auch für die Beobachtung ihrer Variationen, resp. derjenigen der Vertikal-Intensität, den sichersten Weg eröffnet haben.

Zürich, 28. Juli 1898.

Ein Vorkommen von Fuchsit (Chrom-Glimmer) in den Schweizer-Alpen.

Von

Joseph Erb.

In der wechselvollen Zone von Bündnerschiefern, welche durch das Val Lugnez und das Petersthal (Graubünden) durchschnitten wird, streicht zwischen Luschania und Buccarischuna ein Marmorband quer über die Strasse und das Thal. Ein Seitenbach des Valser-Rheins hat sich darin eingeschnitten und bespült das als grobkörnigen, weissen Marmor oder als licht grünlichgrauen, typischen Cipollin entwickelte Gestein.[1])

Unterhalb der Strasse wird der Marmor von dunkelgrünen Streifen durchzogen, welche aus einiger Entfernung leicht mit Malachit verwechselt werden und auch für solchen gehalten wurden. Einige schöne, selbst gesammelte Stücke liessen die Glimmernatur des Minerals erkennen und legten die Vermutung nahe, es könne sich hier um einen neuen Fund von Chrom-Glimmer handeln. Diese Vermutung bestätigte sich durch eine genauere Untersuchung.

Die dunkelgrünen Schüppchen des Glimmers sind höchstens 1 mm breit und besitzen keine Krystallformen. Unter dem Mikroskope nimmt man rechteckige Querschnitte wahr; in vielen Fällen hat jedoch die Gebirgsstauung die Lamellen gebogen, geknickt oder ausgewalzt. Gerne gruppieren sich die Blättchen rosettenartig, so dass im Querschnitte die Lamellen radial ausstrahlen. Die ausgezeichnete Spaltbarkeit war der erste Hinweis auf die Glimmernatur des etwas spröden Minerals. Infolge der geringen

---

[1]) Ueber die geologischen Verhältnisse vergleiche man A. Heim, Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, XXV. Lief. Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein, pag. 265.

Grösse der Täfelchen war die Herstellung von Schlagfiguren mit Schwierigkeiten verbunden. Doch liess sich durch mehrere gelungene Operationen feststellen, dass der Glimmer I. Art ist.

Smaragdgrün im auffallenden wie im durchfallenden Lichte zeigen (001) — Blättchen und Querschnitte kräftigen Pleochroismus.

$\mathfrak{a}$ = bläulichgrün
$\mathfrak{b}$ = gelblichgrün
$\mathfrak{c}$ = bläulichgrün

Die Brechung ist niedrig; Doppelbrechung hingegen sehr stark.

Trotz der Kleinheit liefern grössere Schuppen deutliche Achsenbilder, an denen der scheinbare Winkel der optischen Achsen zu

$$2E = 60^0 - 63^0$$

gemessen wurde. Auslöschungschiefe ist nicht wahrnehmbar. Die Dispersion liess sich als

$$\nu < \varrho$$

feststellen.

War schon durch diese Uebereinstimmung mit der Beschreibung eines Chrom-Glimmers von A. Arzruni[1]) die Bestimmung des Minerals als Fuchsit gesichert, so konnte durch den Nachweis von Chrom diese Deutung noch gestützt werden.

Boraxperle in beiden Flammen smaragdgrün. In der Lösung der Soda-Salpeter-Schmelze des Minerals lässt sich leicht ein Niederschlag von $Ag_2 Cr O_4$ erzeugen.

Ausser aus Fuchsitblättchen setzt sich in der Chrom-Glimmerzone das Gestein aus Kalkspatkörnern, Quarz und Pyritkrystallen zusammen. Gegenseitige Umhüllungen, welche auf gleichzeitige Bildung hinweisen, trifft man bei allen Spezies. Wie der Fuchsit, tragen auch die begleitenden Mineralien die Spuren der Gebirgsbildung an sich. So löscht der Quarz gewöhnlich undulös oder streifig aus, oder er ist in einzelne, verzähnte Körnchen oder Linsen zerdrückt. Weniger sichtbar sind die mechanischen Beeinflussungen des Calcits. Als solche sind das Zerfallen eines anscheinend einheitlichen Kornes in Teilstücke und vielleicht ein Teil der Zwillingslamellierung zu deuten.

[1]) A. Damour, Chemische Zusammensetzung eines grünen Glimmers aus dem Hüttendistrikt von Syssert am Ural. Mit einem Zusatz von A. Arzruni. Ztschr. f. Kryst. u. Min. VII, pag. 17.

Nach Heim ist das Gestein liasisch, gehört der Zone der Gryphaca cymbium an und wurde bei der Aufstauung der Alpen in den Marmor resp. Cipollin umkrystallisiert. Dabei sind, wie im starkgepressten Marmor von Andermatt, die Glimmer entstanden. Es wäre demnach auch hier der Chrom-Glimmer ein Produkt der Dynamo-(Regional-)Metamorphose, als welches er in den Marmoren des nördlichen Norwegens von J. H. L. Vogt[1]) erwähnt wird. Weitere mechanische Veränderungen des Gesteins haben die Fuchsitblättchen wieder deformiert. Das im Fuchsit enthaltene Chrom ist einem lokalen Chrom-Gehalt des unreinen, kalkigen Sedimentes zu verdanken.

Von A. Kenngott[2]) wurde der Chrom-Glimmer in einem apfelgrünen bis weissen Glimmer in einem schiefrigen, weissen Marmor vom Mittagshorn im Saasthal (Wallis) vermutet. Der beschriebene Fundort bildet somit das erste, sicher bestimmte Fuchsitvorkommen in den Schweizer-Alpen.

Zürich, Mineral.-petrogr. Institut des Polytechnikums.

---

[1]) J. H. L. Vogt, Der Marmor in Bezug auf seine Geologie, Struktur und seine mechanischen Eigenschaften. Ztschr. f. prakt. Geologie, 1898, pag. 4.

[2]) A. Kenngott, Die Minerale der Schweiz. Leipzig 1866, pag. 165.

Biologische Beobachtungen an unsern Amphibien.

Von

H. Fischer-Sigwart in Zofingen.

II. Der Laubfrosch. Hyla arborea, L.

(Hiezu Tafel VIII.)

Vorkommen. Der Laubfrosch ist im Beobachtungsgebiete nicht so selten, wie man annehmen sollte, wenn man in Betracht zieht, dass er stets, wo er gefunden wird, als etwas Besonderes, Merkwürdiges angesehen wird. Während der Laichzeit findet man ihn bei den Laichplätzen in ziemlicher Anzahl; nach dieser Zeit aber ist er schwerer erhältlich, weil er sich dann an Orten aufhält, wo man sich ihm oft nur schwer nähern kann, und weil er ein grosses Farbenanpassungsvermögen besitzt, wodurch er, so zu sagen, unsichtbar wird.

Als Laichstellen erweisen sich alle kleinen Weiherchen am Waldsaume oder nicht weit im Innern des Waldes, sowie auch grössere Weiher, die nicht zu weit vom Walde entfernt und mit Gebüsch umgeben sind. Um Zofingen herum hört man ihn bei einigen Feuerweihern, nämlich beim Haldenweiher, beim Bärmoosweiher und beim Stampfiweiher. Bei den vielen Waldweiherchen auf dem Rücken des „Weissen Berg" stellt er sich ebenfalls regelmässig ein, und es wurden mir von dort Ende April 1882 40 Stück miteinander gebracht, welche in einem einzigen dieser Weiherchen gefangen worden waren.

Der ausgiebigste Laichplatz aber befindet sich auf dem „Schneckenberge" in Oftringen, wo sich am Waldsaume zwei, in lehmigen Boden gegrabene Wasseransammlungen befinden, bei denen ich seit Jahren Beobachtungen mache und von wo ich stets im Frühlinge Laubfrösche beziehen konnte. In den letzten Jahren

war dies allerdings weniger der Fall, weil das Wasser alle Sommer austrocknete, was früher nicht der Fall war. Die Larven gingen hiebei oft zu Grunde. Dennoch war dieser Laichplatz auch im letzten Frühlinge (1896) noch besucht, wenn auch von weniger Individuen, wie früher. Nicht weit von dieser Stelle befindet sich noch ein grösserer Weiher am Waldsaume, der sehr stark von den Laubfröschen besucht wird. Als ich im Jahre 1893 den nahe dabei wohnenden Leuten Auftrag erteilte, wurden mir am 23. Mai eine Anzahl der Tiere gebracht, die ich in einen künstlich erstellten Laichplatz versetzte, ein etwa 8 m^2 Oberfläche haltendes Cementbassin, das mit Wasserpflanzen bestanden war, im sogenannten „Rebberg".

Man sieht hieraus, dass der Laubfrosch in der Gegend überall verbreitet ist, und im Frühlinge lieber kleine Wasseransammlungen zum Laichen aufsucht, als grössere. Dies ist die Ursache, dass im Sommer oft die Nachzucht zu Grunde geht, infolge Austrocknens derselben. Vor einigen Jahren hatte sich in einer Kiesgrube in Oftringen im Frühlinge eine kleine Pfütze gebildet, neben der ein Weidenbusch stand. Gleich hatten sich dort einige Laubfrösche zum Laichen eingestellt, die allabendlich ihre Konzerte gaben. Das Wasser verdunstete aber bald, und es ward nichts aus der Nachzucht. An andern, sogar günstiger gelegenen, neu entstandenen Stellen, kommt er oft jahrelang nicht zum Laichen. Sie lieben namentlich solche zufällig entstandene Löcher in lehmigem Boden, die nur durch atmosphärische Niederschläge gespeist werden. So wurde anfangs der Fünfzigerjahre auf dem „Heiternplatze", nahe beim Walde eine kleine Schanze erstellt. In dem davor entstandenen Graben blieb das Wasser den ganzen Sommer hindurch, und bald stellten sich auch, jeweilen im Frühlinge, die Laubfrösche ein.

Dass in andern Gegenden der schweizerischen Hochebene der Laubfrosch seltener sei oder ganz fehle, scheint mir nicht wahrscheinlich, obschon ich schon von verschiedenen Orten her, z. B. von Zürich, ersucht worden bin, Laubfrösche hinzusenden, weil dort keine vorkommen sollten. Wenn nicht Unkenntnis der Lebensweise der Laubfrösche daran schuld ist, dass dort keine gefangen werden, so könnte man sich das gänzliche Fehlen nur dadurch erklären, dass sie durch Liebhaber gänzlich weggefangen

worden sind; denn sicherlich finden sich in der weitern Umgebung Zürichs genug günstig gelegene Laichplätze. An anderen Stellen, ausserhalb meines engern Beobachtungsgebietes, konnten überall diese hübschen Lurche nachgewiesen werden, wenn man zu günstiger Zeit zu gut gelegenen Laichplätzen kam, so alle Frühling bei einem grossen Weiher bei Schönthal, nahe bei Langenbruck im Jura, 750 m über Meer, so am 29. Juli 1890 in einem Weiherchen im Wald bei Wohlen, hier am Schlusse der Metamorphose, so auch, wie mir Dr. Heuscher mitteilte, beim Bildweiher bei Winkeln im Kanton St. Gallen im August 1893, wo er in der Nähe eine Menge Junger ausserhalb des Wassers traf, die eben erst die Metamorphose durchgemacht hatten, und einen förmlichen Zug bildeten, und vielfach anderwärts. Gewiss fehlt er zwischen diesen weit auseinander gelegenen Stellen nirgends ganz.

Das Hervorkommen im Frühlinge. Bei den Laichplätzen kann der Laubfrosch im Frühlinge am leichtesten gefangen werden. Er verlässt sein Winterquartier erst spät, und begiebt sich dann sofort, ehe er seinen Sommeraufenthalt, die luftigen Höhen, bezieht, zu den Laichplätzen, um für die Fortpflanzung zu sorgen. Allabendlich bringen dort die männlichen Mitglieder der Versammlung dem weiblichen Teile ein Ständchen, ein Konkurrenzsingen um die Gunst der stummen Laubfroschdamen, und das Vorspiel zur Begattung.

Im Freien richtet sich das Erscheinen der Laubfrösche nach der Witterung. Man findet, oder besser hört sie, frühestens im April bei den Laichplätzen, aber oft auch erst spät im Mai. Im Terrarium erschienen sie schon im März oder noch früher, und zwar meistens alle an einem Tage, nachdem sie schon vorher ihr Erscheinen durch die Stimme angekündigt hatten. Auch im Freien kommen bei dem gleichen Laichplatze fast alle dahin gehörigen, bis auf wenige Nachzügler, am gleichen Tage oder Abend an, nachdem man sie vorher, während ihrer Annäherung mehr oder weniger entfernt einzeln rufen hörte. Sie haben stets von ihrem Winterquartier aus eine mehr oder weniger lange Reise zu machen. Tritt wieder schlecht Wetter und niedere Temperatur ein, nachdem sie schon bei den Laichplätzen erschienen sind, so verschwinden sie wieder, ohne indessen von neuem die eigentlichen Winterquartiere zu beziehen, denn sobald wieder mildere Witterung eintritt, so sind

sie wieder da. (Siehe Tabelle Anmerkung I im Anhange über das Hervorkommen der Laubfrösche im Frühlinge.)

Unterschied der Geschlechter. Ausserdem, dass die Weibchen grösser sind als die Männchen, unterscheiden sie sich von diesen noch dadurch, dass sie keinen Stimmapparat besitzen, also stumm sind. Die Männchen besitzen dagegen eine mächtige Schallblase am Halse, die sie, wenn sie singen wollen, vorerst kugelförmig aufblasen, und die zur Verstärkung des Tones dient. Diese Schallkugel hat im aufgeblasenen Zustande wohl 2 cm Durchmesser, ist aber in der Ruhe, wenn nicht musiziert wird, nicht sichtbar. Dagegen ist dann die Kehle durch die lockere Haut runzelig, und erscheint infolge dessen etwas dunkler gefärbt als beim Weibchen, wo sie glatt und rein weiss ist.

Die Stimme. Am meisten und beharrlichsten rufen die Laubfrösche in den lauen Frühlingsnächten während der Laichzeit, die kurz nach dem Hervorkommen aus den Winterquartieren beginnt, und während des ganzen Monates Mai bis in den Juni hinein dauert. Dann kann man von Sonnenuntergang an bis gegen Morgen das endlose Rufen hören, das dem fernen Bellen eines kleinen Hundes nicht unähnlich ist, nur kontinuierlicher forttönt. Das Konzert beginnt plötzlich. Meist fangen alle mit einander an, wie wenn ein Direktor das Zeichen dazu gäbe. Am 2. Mai 1882, nach einem Regentage, dem ein warmer Abend folgte, befand ich mich etwas nach 8 Uhr im Terrarium. Es war finster dort, und es herrschte eine ländliche Stille. Aber auf einen Schlag begannen die 20—30 anwesenden Laubfroschmännchen das Konzert. „Wä, wä, wä, wä — — — — etc.“, tönte es rasch und ununterbrochen hintereinander. (Auch „äpp, äpp, äpp, äpp — — —“ gilt als Nachahmung, jedoch scheint mir die andere Silbe ähnlicher.) Jeder sang in einer besonderen Tonart, der eine höher, der andere tiefer. Es tönte von allen Seiten des grossen Raumes her, und die Tiere waren aus ihren Verstecken hervorgekommen und krochen überall suchend an den Wänden herum. Sie suchten nach Weibchen, und das Ganze war ein Vorspiel zur Paarung. Am Tage blieben sie stets verborgen und riefen oder sangen nur selten und jeweilen nur kurze Zeit. Am Abend aber fingen sie je nach der Witterung früher oder später an. Am 3. Mai 1883 z. B. sangen sie schon von abends 6 Uhr an ohrbetäubend, bis

nach Mitternacht; ebenso am 4. Mai. An beiden Tagen war das Wetter schön. Als aber am 5. Mai trübes und regnerisches Wetter eintrat, so hörte man am Abend nur hie und da einen, oder höchstens wenige zugleich auf kurze Zeit.

Von einer gewissen Entfernung aus (man hört ihn im Freien bis auf eine Stunde Entfernung) macht der Gesang eines Laubfroschchores einen Gesamteindruck, und trotzdem die einzelnen Individuen nicht in der gleichen Tonhöhe singen, so vermischt sich dann das Ganze zu einem bestimmten Gesamtton, den ich am 4. Mai 1882 als d bestimmte. So geht es bei gutem Wetter.

Wenn aber das Wetter schlecht und namentlich wenn niedere Temperatur eintritt, so hört das Singen entweder ganz auf, oder ertönt nur vereinzelt. Die Sänger fangen dann nicht wie auf ein Zeichen an, sondern es fängt ein besonders eifriger und brünstiger an und reisst die andern mit. Aus einem Lorbeerbaum stimmte so nach mehrtägiger Pause wegen kühler, nasser Witterung im April 1882 ein Laubfrosch in der Dämmerung zuerst heiser, dann lauter seinen Gesang an, und bald kam aus allen Ecken und Enden vielfache Antwort. Der Abend war aber noch nicht besonders warm und einladend; deshalb hörte der Chor bald wieder auf, wiederholte sich jedoch am gleichen Abend noch mehrmals, jedesmal angefangen von demselben Individuum im Lorbeerbusche.

Der Gesang des Laubfrosches während der Frühlingsmonate ist sein Paarungsruf; denn er wird dann, während der Laichzeit, am anhaltendsten und am eifrigsten ausgeübt. Doch auch er wird durch kühles Wetter häufig tagelang unterbrochen. So im Mai 1882 einen Tag lang, als vom 16.—17. ein starker Frost eintrat. Am 19. begannen die Aufführungen wieder. Sonst aber dauern sie in dieser Zeit bis lange nach Mitternacht und bilden einen integrierenden Teil zum Stimmungsbilde einer Frühlingsnacht.

Im Terrarium konnte ich feststellen, dass die Laubfrösche, wenn sie während der Laichzeit in grösserer Anzahl eingesetzt wurden, bald ihre Konzerte wieder begannen, aber nur dann fortsetzten, wenn sich einige Weibchen unter ihnen befanden, was durchaus nicht immer der Fall war. Die Laubfrösche wurden

nämlich bei ihren Laichplätzen gefangen, sobald sie zu singen anfingen, wo sie noch lange nicht kopuliert waren, und da man nur auf die schreienden Jagd machte, so waren die Gefangenen nur, oder doch meistens, Männchen. Nur wenn man mit dem Fangen zuwartete, bis sie sich ins Wasser begeben hatten und nun zu Paaren vereinigt waren, so konnte man hoffen, unter den Gefangenen Weibchen zu finden, obschon auch dann die Männchen die grosse Mehrzahl bildeten, so dass sich hieraus zeigt, dass es überhaupt viel weniger Weibchen giebt, als Männchen.

Im Jahre 1879 hatte ich im Frühlinge 36 Laubfrösche in ein zu einem Terrarium eingerichtetes Schaufenster eingesetzt. Schon nach wenigen Tagen fingen sie ihre Aufführungen an, und zwar befleissigten sie sich so sehr, fortissimo zu singen, dass man ihren Gesang in der halben Stadt herum hörte. Die Abendunterhaltungen dauerten jeweilen bis nachts 1, 2, ja 3 Uhr. Die Nachbarschaft war nicht günstig auf diese Gesellschaft zu sprechen, und erhob bald Protest. Da auch ein Kranker sich beklagte, er werde durch sie im Schlafe gestört, so musste mit schwerem Herzen der Sache ein Ende gemacht werden. Eines Abends war ein grosses Confiturenglas in Bereitschaft, ich betrat nachts, mit einem Lichte versehen, den Raum und verhaftete jeden Schreier, wobei es sich zeigte, dass nur sieben Weibchen dabei waren. Da die Bewerbung um diese eine sehr starke war, so mussten schon aus diesem Grunde die abendlichen Ständchen sehr animiert werden. Die Männchen setzte ich in einer nahen Gartenwirtschaft aus, wo sich eine Tropfsteingruppe mit Wasserbassin befand. Zum Erstaunen und Aerger der Gäste ertönte nun dort plötzlich einige Abende hindurch ihr Gesang, aber jeden Abend hörte man weniger davon. Sobald sie merkten, dass keine Weibchen mehr bei ihnen waren, so verzogen sie sich nach und nach in die nahen, wasserreichen Wiesen, von wo sie in der Ferne, von gut besetzten Laichplätzen her, den Ruf von Ihresgleichen hörten, der sie wohl angelockt haben wird.

In andern Jahren erhielt ich im Frühlinge von Laubfröschen nur Männchen und dann konzertierten diese wohl einen oder zwei Abende hindurch, kamen auch aus ihren Verstecken hervor und suchten eifrig überall nach Weibchen, wobei wohl auch etwa zwei aufeinander stiessen und sich dann gegenseitig mit doppeltem Eifer

anschrieen, bis sie gegenseitig sahen, dass sie sich getäuscht hatten. Nach kurzer Zeit hatten sich alle überzeugt, dass keine Weibchen vorhanden, ihre Bemühungen also nutzlos seien, und nun stellten sie ihre Konzerte ganz ein. Kein Geschrei ertönte mehr im Terrarium zur grossen Genugthuung der Nachbarn.

Ausser zur Laichzeit wird der Ruf oft ausgestossen, wenn sich der Laubfrosch über irgend etwas ärgert. Namentlich kann man ihn durch starke, ungewohnte, vorab schnarrende und metallisch klingende Geräusche dazu bringen, dass er aus dem Gebüsche energisch reklamiert. Sogar im Winter konnte ich auf solche Weise oft einen veranlassen, seine Stimme von sich zu geben, wenn infolge des Heizens die Temperatur gestiegen war. Wenn man z. B. mit einer eisernen Schaufel auf dem Cementboden kratzte, um ihn zu reinigen, oder sonst mit Gartenwerkzeug hantierte, wenn man mit einem grossen Schlüssel an ein Blech klopfte, oder mit einem Eisenstabe über ein Drahtgeflecht fuhr, wenn der eiserne Ofen geräumt wurde, oder der nahe wohnende Kupferschmied seine geräuschvolle Arbeit auf der Strasse ausübte, da er einen extra grossen Kupferkessel zu erstellen hatte, so gaben meine Laubfrösche ihrem Aerger durch die Stimme Ausdruck. Ja ein findiger Nachbar, ein Jäger, hatte entdeckt, dass er sie oft mitten am Tage in schreiende Aktion setzen konnte, wenn er ein hölzernes Lärminstrument, eine sogenannte „Räre", ertönen liess, und dies machte ihm viel Spass.

Wetterprognose. Endlich hört man auch nach der Laichzeit, im Sommer, hie und da Laubfroschkonzerte vom Waldrande und von Wasseransammlungen her, und diese sind es, die dem Laubfrosch bei den Landleuten den Titel eines Wetterpropheten eingebracht haben. Man hört sie gewöhnlich an gewitterschwülen Abenden, „wenn das Wetter ändert", wie die Leute sagen. Doch wird häufig auch der im Frühlinge fast allabendlich ertönende Paarungsruf auf Wetteränderung beurteilt. Auch diese Wetterprophezeiung des Laubfrosches ist nicht zuverlässig, wenn schon, richtig beurteilt, etwas besser als diejenige durch Hinauf- oder Heruntersteigen auf der bekannten Leiter im Confiturenglas, wo er also wie ein Barometer funktionieren sollte. Eine graphische Tabelle, welche den Zusammenhang des Wetters mit dem Schreien der Laubfrösche anzeigt, giebt aber keine sichern Anhaltspunkte

dafür, dass dieser Lurch ein Wetterprophet sei. (Siehe Tabelle, Anmerkung II.)

Ihre Witterungsanzeige beschränkt sich darauf, dass sie bei feuchtem, kühlem Wetter ihre abendlichen Unterhaltungen nicht oder weniger pflegen, als bei trockenem, warmem, wo sie ihr durchdringendes, weithin tönendes Geschrei, zumal während der Paarungszeit, im Mai und Juni oft bis gegen Morgen erschallen lassen.

Im Terrarium verhielten sie sich in dieser Beziehung nicht viel anders, als andere Bewohner, z. B. die Eidechsen. Wenn am Tage Lacerta viridis zum Vorschein kam, so konnte man ziemlich sicher sein, dass am Abende die Laubfrösche konzertierten.

Stimme bei Angst. Eine andere Stimme, als diejenige, die sie während der Paarungszeit und im Sommer von sich geben, hört man nur selten von ihnen, und zwar dann, wenn sie plötzlich in grosse Angst versetzt werden. Am 30. September 1882 fiel einer infolge eines verfehlten Sprunges im Terrarium zur Erde ins Gras. Als ich ihn hier suchte, um ihn wieder in die Höhe zu setzen, sprang er beim Erblicken meiner Finger mit einem gewaltigen, wohl meterlangen Sprunge weg, und stiess dabei einen starken, unartikulierten Schrei aus, der mit seiner gewöhnlichen Stimme gar keine Aehnlichkeit hatte. Er hatte meine Finger für einen Feind, wahrscheinlich für eine Schlange angesehen, und der Schrei war ein Angstschrei.

Die Paarung. Durch den Paarungsruf, der hier geschildert worden ist, wird die Paarung eingeleitet und begleitet. Diese findet bald nach dem Hervorkommen aus den Winterquartieren statt, und schon dort regt sich der Paarungstrieb in den Laubfröschen; denn schon ehe sie dieselben verlassen, hört man von dort aus hie und da den Paarungsruf erschallen, im Terrarium oft schon im Februar, und nicht etwa infolge des Heizens dorten. Wenn dies auch insofern mithilft, dass infolge der höhern Wärme die Tiere eher aus dem Winterschlaf erwachen, so hört man diese Stimmen doch nur dann, wenn auch im Freien Sonnenschein und mildes Wetter herrscht.

Sobald das Wetter günstig ist, nähern sich im Freien die Laubfrösche den Laichplätzen, auch hier stets den Paarungsruf ausstossend, wenn auch noch nicht so eifrig, wie wenn sie an Ort und

Stelle angekommen sind. Daher rührt es, dass man den bekannten Ruf oft schon im April, mitten in einer Wiese hört, oder sonst an einer ungewohnten Stelle, stets sich einem Laichplatze nähernd. Wenn sie sich hier dann in grosser Anzahl versammelt haben, so beginnen die nächtlichen Konzerte, welche vielen Menschen so ohrzerreissend vorkommen, obschon sie in einer schönen Frühlingsnacht ihres melancholischen Reizes nicht entbehren. Auch im Terrarium, wenn ich mitten in der Sängerschar stand, empfand ich kein abstossendes oder unangenehmes Gefühl.

Immer mehr nähern sich die Laubfrösche nun dem Wasser, sitzen am Abende am Rande desselben, immer eifriger rufend, und begeben sich zuletzt ins Wasser hinein, auch hier noch ihren Ruf ausstossend. Hier kann man sich ihrer am besten bemächtigen, sowohl wenn sie am Rande sitzen, als auch im seichten Wasser selbst, wenn sie rufend den Kopf über die Oberfläche erheben, oft in einer Lemnaschicht, oder in andern Wasserpflanzen verborgen, in ähnlicher Stellung, wie die Feuerunke einzunehmen liebt.

In der Hoffnung, ein Pärchen in Kopulation zu erwischen, schickte ich am 4. Juni 1883 einen Knaben in einen solchen Weiher, der mit dem Fange von früher her vertraut war. Mehrmals nahm er mit raschem Griffe von oben her einen heraus. Jedes Mal war es nur ein Exemplar, ein Männchen. Sie waren noch nicht kopuliert, und ich konnte wieder, wie schon öfters, kein Weibchen erbeuten. Es war für mich neu, dass die Männchen sich schon vor der Kopulation ins Wasser begaben, und dass sie dort noch den Paarungsruf ausstossen, wohl noch eifriger, als vorher auf dem Lande. Im Terrarium hörte ich sie nie anderswo rufen, als am Lande. Hier fanden sie wohl mehr Sicherheit im Wasser, unter dem Schutze der Lemna; denn es führte dicht bei der Pfütze ein vielbetretener Weg vorbei.

Die Männchen scheinen in dieser Zeit, wo sie am eifrigsten schreien, ähnlich wie der Auerhahn beim Balzen, Hören und Sehen zu vergessen.

Lächerlich ist, wenn sie auf dem Trockenen rufen, zuzusehen, wenn zwei Männchen einander begegnen, und jedes in der Meinung, das andere sei ein Weibchen, sich diesem rasch entgegen wendet und mit erhöhtem Feuereifer schreit, um sich angenehm zu machen. Es entsteht ein Wetteifer, bis sie des Irrtums gewahr

werden, sich nun ebenso rasch von einander abwenden, als sie sich vorher einander genähert haben und mit „Verachtung“ auseinander gehen, wobei sie immer noch eifrig rufen, nun wohl aus Aerger über den Misserfolg.

Ausser der Paarungszeit, wo die Laubfrösche sich an den Laichplätzen in Menge auf niederm Gebüsche oder auf erhöhten Stellen am Rande des Wassers aufhalten, und sich zuletzt im Wasser in Kopulation befinden und wacker drauf los musizieren, ist es ziemlich schwierig, ihrer habhaft zu werden. Trotzdem ich im Jahre 1881 etwas spät im Frühlinge ziemlich hohe Preise bot, bekam ich nur zwei Stück, währenddem ich in spätern Jahren, wenn ich rechtzeitig Auftrag gab, sie zu Dutzenden um ein Billiges vom Laichplatze haben konnte.

Die Paarungskonzerte werden, wie schon erwähnt, durch kühle, feuchte Witterung oder durch Frost unterbrochen, wie dies fast alle Frühlinge geschieht. Aber sobald ein auch nur halbwegs günstiger Abend eintritt, beginnen die Bewerbungen mit erneutem Eifer.

Im Wasser kopulieren sich schliesslich die Paare, jedoch ist die Kopulation eine sehr leichte. So oft ich es auch versuchte, kopulierte Paare heimzubringen, es gelang mir nie, und noch weniger, längere Zeit in der Gefangenschaft gehaltene, im Frühlinge zur Begattung zu bringen. Ein einziges Mal, am 16. April 1889, hatte sich im Terrarium ein alteingewöhntes Männchen unter Ausstossung des Paarungsrufes ins Wasser begeben, und ich hatte ihm, in der Hoffnung, die Paarung vor sich gehen zu sehen, aus dem Freien ein paar Weibchen verschafft. Es half aber nichts. Sei es, dass diese Weibchen nicht eingewohnt waren, sei es, dass es inzwischen zu spät geworden, es fand keine Paarung statt.

Auch wenn ich solche Paare, die in Kopulation gefangen worden, aber sich dann gelöst hatten, ins Terrarium setzte, so verbanden sie sich dort nicht mehr, und das Weibchen stiess jedes Mal nach einigen Tagen den Laich unbefruchtet aus, und zwar, ohne dass ihm dies irgendwelche Mühe verursacht hätte.

Anmerkung: Das Weibchen eines Paares, das am 22. Mai 1885 eingesetzt worden war, stiess den Laich am 31. Mai ab.

Ein Weibchen, das Ende April 1889 eingesetzt worden war, stiess den Laich am 19. Mai ab.

Einige Weibchen, die mir am 17. Mai 1890 gebracht wurden, hatten den Laich zum Teil schon unterwegs abgestossen, oder entledigten sich desselben in den ersten Tagen ihres Aufenthaltes im Terrarium.

Entwicklung des Laiches und der Larven. Unter sothanen Umständen zweifelte ich daran, je genaue Beobachtungen über die Entwicklung des Laiches und der Larven sammeln zu können; denn diejenigen, die ich bisher im Freien zu machen vermocht, waren natürlich sehr lückenhaft.

Nach vielen vergeblichen Bemühungen erhielt ich aber endlich am 31. Mai 1885 befruchteten Laich, nämlich eine aus vielen Laichklümpchen, die sich jedoch gelöst hatten, bestehende dünne, flüssige Gallertmasse. Ich schloss aus dem flüssigen Zustande, dass dieser Laich schon einige Tage alt sein musste, nach Analogie mit dem Laich anderer Arten, den ich schon oft zur Entwicklung gebracht hatte. Die Embryonen in den Gallertkugeln waren auch schon etwas gestreckt und gekrümmt und krochen nach einigen Tagen aus. Am 7. Juni war aber alles verschwunden, und es sass ein grosser, grüner Frosch in der Schüssel, worin der Laich aufbewahrt war, der sich an diesem gütlich gethan hatte.

Dauer der Entwicklung der Larven. Ich verschaffte mir nun vom gleichen Orte her Ende Juni Larven. Diese waren erwachsen und schon im Anfang der Metamorphose; denn sie besassen schon alle vier Extremitäten, und am 28. Juni fand ich auch schon fertige, 11—12 mm lange Fröschchen von gelbbräunlicher Farbe, aber sonst ganz mit der Zeichnung der Alten versehen. Diese hatten also eine sehr kurze Entwicklungsperiode durchgemacht. Doch fand ich in andern Jahren noch den ganzen Monat Juli hindurch und sogar noch anfangs August Larven von 25—30 mm Länge, und am 6. August 1892 fand ich in einem Weiher bei Schönthal ob Langenbruck eine grosse Menge von Laubfroschlarven in allen Stadien der Metamorphose und daneben sehr viele fertige, 14—15 mm lange Fröschchen, die auf dem Rücken eine dunkle, kupferrötliche Färbung aufwiesen.

Anpassung der Entwicklungsperiode an die Verhältnisse. Im Jahre 1894 waren gegen Ende Juni die Larven in den Tümpeln am Schneckenberge etwa 25 mm lang. Diese letztern enthielten aber nur noch sehr wenig Wasser, welches bis am 30. Juni ganz eintrocknete. Ich fand an einer noch feuchten Stelle eine

Menge toter Tritonlarven, konnte aber keine Laubfroschlarven entdecken. Diese mussten sich also schon vorher fertig entwickelt haben. Die Beobachtung hatte ich schon früher öfter gemacht, dass viele Laichstellen in trockenen Sommern vollständig austrockneten, machte aber erst jetzt die Entdeckung, dass da, wo das stattfindet, die Entwicklung der Laubfroschlarven beschleunigt wird, so dass sie sich früher zu fertigen Fröschchen ausbilden, als an Orten, wo sie das Austrocknen des Laichplatzes nicht zu befürchten haben. Es ist dies eine Anpassung an die Verhältnisse, da ja die Laubfrösche mit Vorliebe in solchen Pfützen laichen, die keinen Zufluss als die atmosphärischen Niederschläge haben, und also in trockenen Sommern dem Eintrocknen ausgesetzt sind. Die Temperatur des Wassers scheint mir hiebei eine Rolle zu spielen, die in grössern Weihern normal, oder bei Zufluss von Quellwasser kühl ist, wodurch die Entwicklungsperiode verlängert wird, die dann bis drei Monate dauern kann. In kleinen Tümpeln ohne Zufluss dagegen wird die Temperatur des Wassers eine verhältnismässig hohe sein und in heissen Sommern, namentlich wenn sich die Wassermenge durch Eintrocknen vermindert, sogar sehr hoch steigen, wodurch die Dauer der Entwicklung der Larven beschleunigt und verkürzt wird bis auf wenig mehr als einen Monat. Mit dieser Anpassung an die Verhältnisse durch Beschleunigung der Entwicklung der Larven ist die Möglichkeit gegeben, dass auch in trockenen Sommern an solchen Laichstellen, die dem Austrocknen ausgesetzt sind, die Nachzucht der Laubfrösche erhalten bleibt, wenn dieses Austrocknen nicht allzu früh im Sommer stattfindet, in welch' letzterem Falle die Laubfroschlarven dann allerdings gleichwohl umkommen müssen. Auch dieser Fall kam an den mir bekannten Laichstellen leider schon vor. Bei den Tritonen findet eine solche Beschleunigung der Entwicklung nicht statt, weshalb deren Larven häufig dem Austrocknen zum Opfer fallen.

Alle Beobachtungen, die ich in Bezug auf die Entwicklungsperiode der Laubfroschlarven zu machen Gelegenheit hatte, stehen mit diesen Thatsachen im Einklang. Im Jahre 1892 hatte ich im Freien einen künstlichen, kleinen Weiher hergerichtet, der 5—6 m^3 Wasser enthielt und Zufluss von einer Quelle besass. Am 22. Mai wurde dieser mit etwa 12 Laubfröschen besiedelt, die sofort zu konzertieren und zu laichen begannen. Ende Mai fand ich schon

10 mm lange Larven, deren Entwicklung bis in den August hinein dauerte. Sie wurden bis 45 mm lang und die Metamorphose fand bei den ersten Mitte August statt. Aber noch Ende September und anfangs Oktober fanden sich ausgewachsene Larven, sogar noch solche, bei denen erst die Hinterbeine entwickelt waren, neben solchen, die am Ende der Metamorphose angelangt waren. Die Entwicklungsperiode dauerte also infolge des kühlen und reichlichen Wassers drei bis vier Monate.

Endlich konnte ich im Jahre 1894 die ganze Entwicklung des Laiches und der Larven bis zur Metamorphose genau im Terrarium verfolgen. Sie hatte hier eine Dauer von 60—70 Tagen, also eine mittlere, entsprechend den Verhältnissen. Die Larven befanden sich in einer Glasschüssel, die zwar an einem kühlen Orte stand, aber doch etwas vom Wechsel der Temperatur beeinflusst wurde.

Die Befruchtung der Eier. Wie ich dazu kam, nun im Terrarium die Entwicklung zu beobachten, ist aus folgendem ersichtlich:

Im Jahre 1894 waren am Schneckenberge die Laubfrösche erst Ende Mai eingerückt, weil die dortigen Laichplätze vorher kein Wasser enthielten, das heisst, sie waren gewiss schon einige Zeit aus ihren Winterquartieren hervorgekommen und hatten sich diesen altgewohnten Stellen genähert. Da diese jedoch kein Wasser enthielten, so hatten sie keine Begattung vorgenommen und keinen Laich abgesetzt, wobei die Thatsache eine Rolle spielte, dass die Weibchen nicht nur nach Belieben ihren Laich unbefruchtet von sich stossen konnten, wenn dies aus irgend einem Grunde notwendig wurde, sondern dass sie den Laich auch länger bei sich behalten konnten, wenn dies erforderlich war. Natürlich wurde in diesem Falle auch die Begattung hinausgeschoben.

Am 31. Mai brachte man mir nun in einer grossen, halb mit Wasser gefüllten Flasche 17 Laubfrösche, wovon sich beim Fangen die meisten in Kopulation befunden haben sollten. Nun wusste ich aus Erfahrung, dass sich in einem solchen Falle die Paare nicht mehr verbinden, und dass die Weibchen bald den Laich unbefruchtet von sich geben würden. Während ich nun die Flasche in den Händen hielt, stiess wirklich vor meinen Augen ein Weibchen seinen Laichklumpen ab. Da kam mir der Gedanke, dass, wenn

die Weibchen sich ihres Laiches so leicht entledigen können, auch die Männchen dasselbe ebenso leicht mit ihrer männlichen Samenflüssigkeit können, und dass wohl, wenn ich die Frösche eine Zeit lang in der Flasche liesse, der abgestossene Laich auf diese Weise befruchtet werde, da ich ja schon früher die Entdeckung gemacht, dass auch bei unsern andern Fröschen die Befruchtung des Laiches zum Teil erst vor sich gehe, nachdem die Kopulation schon lange gelöst ist.

Ich liess also diese 17 Laubfrösche beiderlei Geschlechtes noch einige Stunden bei einander in der Flasche eingeschlossen, wobei kein weiterer Laichklumpen abgestossen wurde. Den vor meinen Augen abgestossenen aber nahm ich nun in Beobachtung, und siehe da, er war befruchtet.

Am 4. Juni waren einige Embryonen etwas länglich geworden, hatten gelbe Farbe angenommen, und sich in Form eines Halbkreises aufgerollt. Am 8. Juni waren sie ausgekrochen und massen 8 mm. Der Kopf war 3 mm lang und 1,5 breit. Die Farbe war hell gelbbräunlich, auf dem Rücken etwas dunkler. Die jungen Larven sahen sehr schlank aus und hingen fest an der glatten Glaswand des Gefässes. Sie hatten sich mit dem Munde so fest angesogen, dass sie beim starken Eingiessen von Wasser wohl aus ihrer senkrechten, hängenden Lage gehoben wurden, wodurch ihr Körper sogar nach oben gerichtet wurde, aber dabei doch nicht losliessen und selbst der von unten aufsteigende, starke Wasserstrom sie nicht loszureissen vermochte. Sie verliessen also den bereits gewählten Standort nicht leicht, aber einmal aufgestört, schwammen sie sehr schnell und lebhaft schlängelnd durch das Wasser.

Entwicklung der Eier und der Larven bis zur Metamorphose. Eine Anzahl der betreffenden Eier kam nicht zur Entwicklung. Es waren also nicht alle befruchtet. Diese fielen dadurch auf, dass wenn sie in eine Lage kamen, wo der grosse, weisse Dotterfleck nach oben sah, dieser sich nicht mehr nach unten drehte; denn sie besitzen Drehvermögen genau wie die Eier der andern Froscharten.[1]) Die bald etwas aufgequollenen Gallert-

[1]) Die Beobachtungen über das Drehvermögen des Froschlaiches durch die Einwirkung des Lichtes sind bei Bana fusca behandelt.

kugeln hatten 4 mm im Durchmesser, die frischen 3—3,5. Am Laichklumpen hingen die einzelnen Gallertkugeln nur locker zusammen und lösten sich beim Transport von einander. Der ganze Laichklumpen hatte 1½ — 2 cm Durchmesser und bestand aus 50—60 Eiern, wovon etwa die Hälfte auskrochen.

Am 8. Juni lagen einige soeben ausgekrochene, etwa 5 mm lange Larven auf dem Boden des Gefässes. Am 13. Juni massen sie schon 8,5, der Kopf 3 mm. Aeussere Kiemen waren schon jetzt keine mehr sichtbar, auch mit der Lupe nicht.

Von nun an entwickelten sich die Larven stetig, aber nicht gleichmässig und waren bald in der Entwicklung weit auseinander. Sie wurden ernährt mit Brot, Oblaten, auch toten Mehlwürmern und Regenwürmern, die als faulendes Aas von den Larven anderer Froschlurche sehr gerne gefressen werden. Es zeigte sich aber bald, dass diese Larven die vegetabilische Nahrung vorzogen, und einmal, als durch solches Aas das Wasser schlecht geworden war, gerieten sie in Lebensgefahr. Nun wurden sie nur noch mit Oblaten ernährt, die sie am liebsten frassen.

Zwischen dem 21. und 26. Juni verloren sie den Dottersack, brauchten nun auch den Mund nicht mehr als Saugapparat, um sich anzuheften, und weideten sehr gerne die Algen an den Wasserpflanzen und den Glaswänden ab. Die Augen waren verhältnismässig sehr gross, hatten 1 mm im Durchmesser und zeigten eine goldglänzende Iris, die, namentlich im Sonnenschein, metallisch schimmerte. Die Farbe der Larven war braun. Von Ende Juni an zeigte der Körper an den Seiten, namentlich nach hinten, bei guter Beleuchtung goldbronzene Tupfen, die nach und nach immer deutlicher hervortraten, grösser wurden und schliesslich zusammenflossen, so dass Seite und Bauch bronzen erglänzten. Auf dem Rücken sah man von den Augen nach dem Schwanze sich zwei hellere Streifen hinziehen, die sich beidseitig noch ein Stück weit in den Schwanz fortsetzten, und im Sonnenschein ebenfalls einen metallenen Schimmer zeigten. Die Larven massen nun 26—28 mm und zeichneten sich vor allen andern Schwanzlurchlarven durch ihre grosse Behendigkeit und die Schnelligkeit ihrer Schwimmtouren aus. Die Gedärme waren am Bauche nur undeutlich sichtbar.

Vom 29. Juni an bemerkte man die Hinterbeine als kaum sichtbare Stummel, die in der Schwanzflosse staken und sich nur sehr langsam entwickelten.

Vom 1. Juli an sah man die Larven hie und da eilig an die Oberfläche des Wassers kommen, um Luft zu fassen.

Am 12. Juli waren bei den entwickeltsten die Hinterbeinstummel schon etwas gegliedert und auseinander gespreizt, staken aber noch in der Schwanzflosse. Die Larven massen nun bereits 34 mm, der Kopf war 13,5 mm lang und 9 mm breit. Daneben aber existierten immer noch zurückgebliebene, viel weniger entwickelte.

Am 15. Juli bemerkte ich die erste Larve mit freien, aber noch sehr kleinen Hinterbeinen, die jedoch noch keine Bewegungen ausführten. Erst am 23. Juli machte die grösste mit den hintern Extremitäten Schwimmbewegungen. Am 25. Juli thaten das von zehn noch lebenden schon acht. Die grösste war nun 40 mm lang, die kleinste 27,5.

Metamorphose. Am 26. Juli war ein Exemplar ins „Westentaschenstadium" getreten, d. h. die vordern Extremitäten hatten mit den Ellbogen die Haut durchbrochen, aber die „Hände" staken noch unter dieser, so dass es aussah, wie wenn jemand die Hände in die Westentasche gesteckt hätte, und am 28. Juli hatte das erste Exemplar alle vier Beine frei, aber den Schwanz noch in seiner ganzen Länge. Sie frassen nun sehr viele Oblaten und liebten es auch, die Oberfläche des Wassers abzuweiden und dort Luft zu schöpfen, wobei sie oft fast auf den Rücken zu liegen kamen, was aber durchaus kein Zeichen von Unwohlbefinden war.

Schon vom 26. Juli an hatte der Körper mehr und mehr die Froschform angenommen und die Rückenfarbe war olivengrün geworden. Die Seiten erglänzten bronzefarbig. Am 29. Juli verliess ein Fröschchen das Wasser, trotzdem es noch einen ziemlich langen Schwanz führte. Die grösste Larve ausser diesem Fröschchen, das schon wieder durch Einschrumpfen des Schwanzes etwas kürzer geworden war, mass nun 40, die kleinste 35,5 mm. Der Körper der grössten hatte eine Länge von 15,5, der der kleinsten 13 mm. Bei sieben Larven waren erst zwei Beine entwickelt.

Am 1. August war das zweite Fröschchen auf das Trockene gegangen, mit 15—16 mm langem Körper, aber dazu noch ziemlich langem Schwanze, der bis am 2. August verschwunden war. Die Farbe war nun schön grün und die Gestalt vollkommen die der alten.

Am 7. August waren noch vier der Larven im Wasser, wovon eine 42 mm mass, die kleinste 34, und am 14. August hatte auch die letzte das Wasser verlassen. Jeweilen 1—2 Tage nach dem Verlassen des Wassers war der Schwanz vollständig verschwunden. Die schön hellgrüne Farbe erschien oft schon, ehe sie das Wasser verliessen; oft behielten sie aber noch auf dem Lande eine Zeit lang eine bräunliche Bronzefärbung. Es fand schon Farbenanpassung statt. Die kleinen Fröschchen fingen auch bereits an zu fressen und sich ganz wie die alten zu benehmen. Schon am 12. August frass mir eines der kleinen Wesen ein ganz kleines Stückchen Kalbfleisch von der Nadel. Dann frassen sie auch ganz

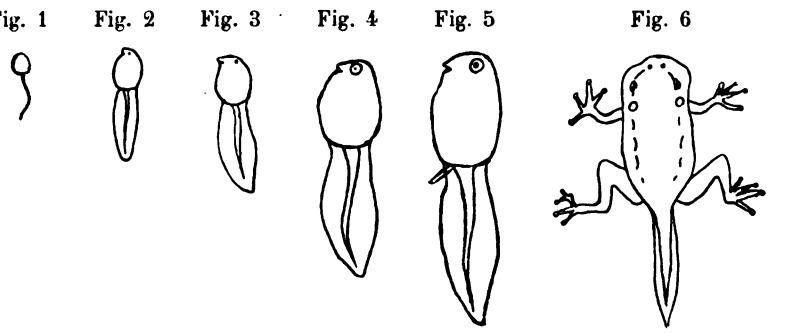


Fig. 1 Larven am 21. Juni 1894. Fig. 4 Larven am 6. Juli 1894.
Fig. 2 Larven am 26. Juni 1894. Fig. 5 Larven am 14. Juli 1894.
Fig. 3 Larven am 27. Juni 1894. Fig. 6 Larven Anfang August 1894.
Natürliche Grösse.

kleine Fliegen und bald, erstmals Mitte September, auch Stubenfliegen und selbst Schmeissfliegen, die ich vor ihnen mit Speichel rücklings auf ein Blatt klebte. Am 25. September mass einer dieser jungen Laubfrösche schon 19—20 mm. Diese Lurche wachsen viel schneller als die andern Anuren und werden schon nach zwei Jahren geschlechtsreif. (Siehe Amerkung III im Anhang).

Stellungen und Bewegungen. Nachdem die Laichzeit vorbei ist, begeben sich die Laubfrösche in ihren Sommeraufenthalt. Sie erklettern Gebüsche und Bäume und machen da den Sommer über den leichtbeschwingten Sängern, den Vögeln, Konkurrenz im Insektenfang. Auch im Terrarium bestiegen sie die höchsten Sträucher und Pflanzen, und liebten es namentlich, auf

Blättern mit recht glatter Oberfläche oder auf grossen Blumen mit eben solcher zu sitzen, wie z. B. auf denen von Calla aethiopica, als ob sie wüssten, dass hier Insekten gerne verkehren und es für sie etwas zu naschen gebe. Es fanden sich einmal im Frühlinge 1881 zu gleicher Zeit fünf Laubfrösche in einer Callablume (s. Taf. VIII), und als eine weitere sich entfaltete, so setzte sich einer in das kaum offene Blumenrohr, als es erst so weit offen war, dass er sich eben hineinsetzen konnte. Es sah ähnlich aus, wie wenn ein Kaminfeger auf dem Dache zum Kamin herausschaut. Und wie dieser liess auch der grüne Kaminfeger im Callakamin zeitweise sein lustiges Liedchen erschallen.

Keine Blüte von Calla war von Laubfröschen unbesetzt, währenddem andere, gleich grosse Blüten im Terrarium, wie z. B. Cucurbita, nie von ihnen besucht wurden. Diese Blüten waren ihnen zu rauh an der Oberfläche. Dagegen sassen sie auch gerne an Arundo donax und an Canna indica.

Da sitzt der Laubfrosch nun in stiller Beschaulichkeit, mit verschleierten Augen träumend, indem er die Hinter- und Vorderbeine eng an den Leib angezogen hat. Dabei sind die Vorderfüsse unter die Brust eingeschlagen, ganz ähnlich, wie es die Katze in der Ruhe zu thun pflegt. Von oben gesehen bildet der so ruhende ein regelmässiges Oval, sieht einem grünen Blatte ähnlich und sitzt auch oft an Blättern von dieser Form.

In dieser ruhenden Stellung ist er sich seiner Sicherheit bewusst; denn er ist in der Farbe seiner Umgebung völlig angepasst und geht nicht leicht weg, sogar, wenn man ihn vorsichtig anrührt, nicht. Wenn er aber dann gestört wird, dass er sich nicht mehr sicher fühlt, so ist es mit seinem Gleichmute aus. Wenn ich z. B. einem, der noch nicht daran gewöhnt war, einen Mehlwurm oder eine Heuschrecke vorsetzen wollte, und er plötzlich meine Hand gewahrte, so erfasste ihn jäher Schrecken. Mit einem mächtigen, oft über einen Meter langen Sprunge entfloh er und liess dabei noch einige Tropfen Urin fallen. Auch wurde ein solcher Entsetzenssprung gegen seine Gewohnheit ohne alle Berechnung „ins Blaue hinaus“ ausgeführt, so dass er oft recht unsanft auffiel. Die eingewöhnten Laubfrösche dagegen liessen sich ruhig füttern, und ihre bei ruhiger Verfassung ausgeführten Sprünge waren sehr genau berechnet. Es sieht z. B. einer ein

Insekt in seinem Bereiche an einem Zweige sitzen, springt in kühnem Luftsprunge darnach und erhascht es nicht nur, sondern erreicht auch damit ein sicheres Ziel, indem er an einem andern Zweige anlangt. Die Saugnäpfe, die sich an jeder Zehenspitze befinden, befähigen ihn nicht nur zum Klettern und zum Anheften an senkrechten, glatten Flächen, sondern wenn er bei einem Sprunge sein Ziel auch nur mit einem Vorder- oder Hinterfusse erfassen kann, so genügt das vollkommen, um sich vermittelst der sofort wirkenden Organe anzuheften und, wenn nötig, durch einen kunstgerechten Aufschwung sichere Stellung zu fassen. Im Terrarium bewegten sich diese Tiere mit grösster Sicherheit und Leichtigkeit sogar an glatten, senkrechten Glasscheiben.

Sehr possierlich sieht es aus, wenn ein Laubfrosch ruhig auf einem Blatte sitzt und es kommt ihm etwas Unangenehmes in die Quere, z. B. man wirft ihm ein Stück Regenwurm vor, und er ist nicht disponiert, dasselbe zu verzehren. Dieses bewegt sich nun, und auf einmal wird es mit einer raschen, „wègwerfenden" Bewegung eines Vorderfusses weit fortgeschleudert. Noch possierlicher ist es, wenn dem Frosch etwas auf den Rücken zu liegen kommt. Mit einem hintern Beine wird dann über den ganzen Rücken nach vorn gestrichen und der unbequeme Gegenstand so fortgeschnellt. Da diese Bewegungen auf uns den Eindruck einer grossen, gymnastischen Leistung machen und auch etwas Belustigendes an sich haben, so mahnen sie an die Produktionen eines Clown. Es kommt auch vor, dass ein Mehlwurm sich unter einen Laubfrosch arbeitet. Dies ist ihm höchst unangenehm und kitzelt ihn am Bauch. Derselbe wird deshalb ebenfalls mit einem Hinterbein hervorbefördert und hinten hinausgeworfen.

Wenn sich aber in günstigem Momente eine Beute naht, so werden seine Augen plötzlich lebhaft und sein Kopf richtet sich nach ihr.

Dann nimmt er gewöhnlich zuerst die angreifende Stellung ein, indem er sich erhebt und sich nach der Beute hinbewegt, bis die Hinterbeine fast ausgestreckt sind; oft aber erhascht er sofort die Beute durch Auswerfen der Zunge oder eine grössere, wie z. B. einen Mehlwurm durch direktes Erfassen mit den Kinnladen. Dann hilft er nach mit den Vorderbeinen, wobei die mit Saugnäpfen versehenen Zehen die Beute genau so, wie die Finger einer

Hand, umfassen, und in den Mund hineinstossen. Am meisten Mühe verursacht ihm ein grösserer Regenwurm, der ebenfalls mit den „Händen" hineingestossen wird, wobei oft Ruhepausen eintreten, um auszuruhen.

Noch einer charakteristischen Stellung des Laubfrosches ist Erwähnung zu thun. Wenn man einem, der daran gewöhnt ist, eine Nahrung vorhält und er nicht willens ist, die Beute anzunehmen, sei es, weil er nicht Hunger hat oder Misstrauen in die Sache setzt, so zieht er den Kopf so zwischen die vordern Beine ein, dass das Maul oder der ganze Kopf senkrecht zum Boden zu stehen kommt. Hat er einmal diese ablehnende Stellung eingenommen, so ist es unnütze Mühe, ihm in nächster Zeit etwas zum Fressen anbieten zu wollen.

Die Nahrung und das Fressen. Im Vorhergehenden ist schon mehrmals von der Nahrung des Laubfrosches die Rede gewesen, und man hat ersehen können, dass im Freien allerlei kleine, namentlich fliegende Insekten, seine Nahrung bildeten. Im Terrarium bekam er sehr verschiedene Nahrung. Fliegen brachte ich einem uneingewöhnten dadurch bei, dass ich sie, wenn nötig enthauptet, mit speichelbenetzten Flügeln rücklings vor ihm aufklebte. Das Zappeln der Beine bewirkte dann, dass der Frosch darauf aufmerksam wurde und sie erschnappte.

Im Spätsommer bildeten die Heuschrecken die am leichtesten zu beschaffende Nahrung, die täglich in Menge ins Terrarium verbracht wurden. Das gab für alle darin lebenden Lurche eine heitere Jagd, an der sich auch die Laubfrösche beteiligten, obschon diese Geradflügler ihnen nicht die angenehmste Nahrung bildeten. Die langen, borstigen Sprungbeine verursachten ihnen das Gegenteil von einem angenehmen Gaumenkitzel. Auch grössere Regenwürmer liebten sie nicht sehr, da sie ihnen beim Fressen zu viel Mühe und Arbeit verursachten. Sie wurden ihnen deshalb in Stücke zerschnitten dargereicht.

Mehlwürmer dagegen waren für die Laubfrösche ein beliebtes Nahrungsmittel, sogar wahre Leckerbissen, womit man sie zahm und zutraulich machen konnte. Doch mussten sie zuerst daran gewöhnt werden, indem ein noch nicht eingeweihter einen Mehlwurm erst nach langem Besinnen ergriff. Da hiebei oft mehrere der letztern, wenn man sie einfach vorwarf, davonkrochen, ohne

gefressen zu werden und so verloren gingen, so hielt ich sie den Laubfröschen an eine Nadel gespiesst vor den Mund, wobei diese anfänglich allerdings oft in Angst gerieten und weghüpften, sich aber bald an dieses Verfahren gewöhnten. Dabei musste man sehr vorsichtig zu Werke gehen, damit sich keiner bei einem ungestümen Ausfall an der Nadel verletze, weil er nach einer solchen Erfahrung lange nicht mehr dazu zu bewegen war, etwas von der Nadel zu nehmen. Einmal benutzte ich eine Nadel mit einem schwarzen gläsernen Knopfe, und als ein Laubfrosch diesen erblickte, so sprang er stets nach ihm, statt nach dem Mehlwurm, und ich hatte Mühe, letztern „an Mann zu bringen". Die Mehlwürmer wurden übrigens bald auch aus der Hand genommen, und so eingewöhnte Tiere liessen sich recht gut halten. Zwei, höchstens drei Mehlwürmer bildeten eine Mahlzeit, und eine solche wurde höchstens zweimal im Tage eingenommen. Nach derselben sah man noch einige Zeit die Bauchwandungen sich bewegen von den im Innern sich krümmenden Mehlwürmern.

Wenn ich nicht genügend natürliche Nahrung aufbringen konnte, so fütterte ich meine Laubfrösche auch mit kleinen Stückchen rohen Kalbfleisches, welches sie bald gerne von der Nadel nahmen. Doch durfte man ihnen diese Nahrung nicht ausschliesslich geben, sondern nur abwechslungsweise mit anderen, als Surrogat, weil sie sich sonst nicht wohl dabei befinden. (Siehe unter Krankheiten.)

Dann habe ich diejenigen, die an die Nadel gewöhnt waren, auch mit eingeweichtem weissem Brot gefüttert, ohne dass ihnen daraus Nachteil erwachsen wäre, und sogar Fleischfuttermehl, zu kleinen Flädchen oder Pillen geformt. Freilich reichte ich ihnen diese Nahrungsmittel nur einige wenige Male versuchsweise.

Im Frühlinge, wenn die Laubfrösche zum Vorschein kommen, ist die Fresslust auch gleich vorhanden. Ob die Brunst sie vom Fressen abhalte, konnte ich nicht beobachten, weil sie im Terrarium nie in Brunst gerieten, trotz der guten, reichlichen Nahrung, die sie dort erhielten und trotzdem sie ganz zahm waren. Es kam mir dieses immer sehr auffallend vor, da die meisten andern Lurche, von denen keine so zahm und zutraulich wurden, im Terrarium in Brunst kamen und laichten.

Sofort nach dem Hervorkommen aus den Winterquartieren liessen sie sich füttern, oft schon im Februar. Gegen den Sommer

nahm die Fresslust zu, und ich fütterte sie dann täglich, abwechslungsweise mit all' den genannten Nahrungsmitteln. Bei kühlem Wetter nahm im Sommer die Fresslust allerdings etwas ab, hörte aber nie ganz auf, wie dies bei andern Lurchen der Fall war, und auch im Herbste nahmen sie länger Nahrung zu sich, als ihre Ordnungsgenossen, nämlich bis sie in die Winterquartiere verschwanden. Wenn die Fresslust im Spätherbste auch insofern abgenommen hatte, als sie weniger Mahlzeiten zu sich nahmen, als im Sommer, so frassen sie bei warmer Witterung doch noch oft im Oktober und November, einmal sogar im Dezember (1882), als die Temperatur durch Heizen etwas hoch gestiegen war. Wenn einer im Herbste an einem Tage 1—2 Mehlwürmer vertilgt hatte, so genügte das für einen bis zwei ganze Tage.

Farbenanpassung. Der Laubfrosch ist ein hervorragendes Beispiel sympathischer Anpassung. Wenn er in ein Gefäss gesetzt wird, das nichts Grünes enthält und von dem aus er nichts Grünes erblicken kann, so ändert er seine Farbe in eine bräunliche Missfärbung, die der Umgebung, z. B. dem Steine, auf dem er sitzt, sehr gut angepasst ist. Auch wenn er in vollständige Dunkelheit versetzt wird, nimmt er zuerst diese Farbe an und wird schliesslich noch dunkler, dunkelaschgrau. Die Tierhändler kennen diese Thatsache sehr wohl, und fügen ihren Laubfroschsendungen, wenn sie lange unterwegs bleiben müssen, meist die Bemerkung bei, dass sich der Empfänger bei der Ankunft an der grauen Farbe der Tiere nicht stossen solle, indem die grüne Farbe, nachdem sie ins Grüne und in die Helle versetzt worden, binnen ein bis zwei Tagen wieder eintrete.

Die Farbenanpassung, die sich jedoch nur auf der Oberfläche des Tieres bemerkbar macht, dehnt sich aber noch auf andere Farben aus, so dass sie bei keinem europäischen Wirbeltiere in gleichem Grade auftritt. Dass es alle Abstufungen von Grün annehmen kann, je nach der Farbe der Blätter, auf denen es sich aufhält, ist noch das Geringste, und doch ist diese Farbenanpassung schuld, dass es ausserordentlich schwer ist, während des Sommers, wo sich die Laubfrösche im Grünen aufhalten, solche zu fangen. Man steht z. B. vor einem Strauche, in dem man soeben einen schreien hörte und will sich seiner bemächtigen. Er schweigt nun aber, und trotzdem man mit der Nase oft nur wenige Centi-

meter von ihm entfernt ist, so sieht man ihn doch nicht. Es braucht viel Uebung dazu, um ihn dann zu erkennen, wann er in ruhender Stellung, ein Oval von der Farbe und oft Form des Blattes bildend, dasitzt. Besucher des Terrariums konnten oft mit der grössten Aufmerksamkeit keinen entdecken, trotzdem sich eine ziemliche Anzahl dort befand, während ich ihnen fast immer eine Anzahl davon zeigen konnte.

Ein frisches Grün ist im Frühlinge auch die Farbe seines Hochzeitskleides. Dieses ist dann von einem goldgelben Saume eingefasst. Trotz dem grossen Farbenanpassungsvermögen wendet er aber während der Brunst- und Laichzeit diese Gabe nicht an. Er will dann nur mit seiner hellen, frischen Hochzeitsfärbung mit seinen Mitbewerbern in Konkurrenz treten.

Dass er die graue Farbe annehmen kann, ist schon erwähnt worden. Auch von dieser Farbe kann er nach Bedürfnis viele Abstufungen sich aneignen, vom hellsten Graugrün bis zum dunkelsten Asch- oder Schwarzgrau, und zwar wird diese Anpassung nicht nur durch Versetzen des Tieres in Dunkelheit erzielt, sondern auch dadurch, dass es sich auf so gefärbten Gegenständen längere Zeit aufhält. Im Sommer 1881 sass ein Laubfrosch mehrmals tagelang auf einem grau angestrichenen Fensterbrette und hatte jedesmal genau dessen Farbe angenommen.

Eine düstere graugrüne bis grauschwarze Färbung zeigen diese Lurche auch im Momente, wo sie im Frühlinge aus den Winterquartieren hervorkommen; aber alsbald verwandelt sich diese in das schöne Grün des Hochzeitskleides. Die Rückverwandlung in die grüne Farbe geht immer viel schneller von sich als umgekehrt vom Grünen in eine andere Farbe. Je komplizierter die gewünschte Anpassung ist, d. h. je mehr sie sich von der grünen Farbe entfernt, desto mehr Zeit beansprucht sie, oft mehrere Tage.

An einem je dunklern Orte das Winterquartier sich befunden, desto dunkler ist auch die Farbe beim Hervorkommen des Tieres, und wenn es sich bei vollkommenem Lichtabschluss in der Erde aufgehalten, so ist seine Farbe dann tief rauchgrau oder grauschwarz. Diejenigen im Terrarium dagegen, wo die Temperatur durch Heizen stets einige Grade über 0° gehalten wurde, hielten sich oft nicht an so dunkeln Stellen auf, und hatten dann im

Winter die Farbe der Unterlage angenommen, auf der sie sassen. So kam eines am 10. März 1884 zum Vorschein, dessen Rücken grau und mit kleinen, weisslichen Flecken bestreut war, täuschend der Cementmauer angepasst, auf der es unter einem dicht herabhängenden Tradescantiabusche gesessen, also im Dämmerlichte.

Das schien mir immer eine der merkwürdigsten Anpassungen, wenn sie nicht in einer homogenen Färbung bestand, sondern wenn auf der Grundfarbe anders gefärbte Flecken oder Linien oder Schmitze erschienen, und doch kam das ziemlich häufig vor. Für eine solche Farbenanpassung brauchte aber das Tier am meisten Zeit, oft eine längere Reihe von Tagen.

Beim Hervorkommen der Laubfrösche im Terrarium im Frühlinge 1890 war einer, der den Winter an etwas mit Algen besetzter Stelle im Halbdunkel zugebracht, erdgrau mit olivengrünen Flecken, ein anderer grau, dunkler getüpfelt, der letztere wurde an das Blatt einer Calla gesetzt bei Sonnenschein und war schon in einer Viertelstunde blassgelb geworden, andern Tages grün.

Gelb ist also eine weitere Färbung, die dieser Froschlurch annehmen kann. Am meisten konnte ich diese als Uebergangsfarbe von der grünen in eine dunkle oder, noch öfters, von einer dunkeln in die grüne Farbe beobachten. Doch kam namentlich ein grünliches Gelb auch öfters als echte Anpassungsfarbe vor.

Auch die braune Farbe findet sich hie und da als solche. So fand sich am 2. April 1883 ein Laubfrosch im Terrarium in einer dunkeln Ecke, die er sich als ständigen Aufenthaltsort erwählt hatte, mit dunkelbraunem Rücken, beinahe von der Farbe der Schokolade. Er sass dort auf einer verrosteten Eisenplatte, auf der ich ihn längere Zeit übersehen hatte; so gut war er angepasst.

Als eine der merkwürdigsten Färbungen ist die Bronzefarbe zu erwähnen, die sich indessen im Terrarium öfters fand. So war einer mit dieser Metallfarbe im Frühling 1890 aus dem Winterquartier hervorgekommen; ein anderer fand sich am 9. November 1882 zwischen einer rostigen Eisenscheibe und einer Glasscheibe, durch die das Licht auf ihn einwirkte, und ein weiterer, am 5. Februar 1885 war „braun, bronzen metallglänzend".

Oefters als rein fand sich diese metallische Färbung als Grundfarbe mit gelben, braunen oder schwarzen Sprenkeln. Es war dies stets eine Anpassung an verrostetes Eisen, das sich im Terrarium häufig vorfand, namentlich in Form von Ofenrohren und Platten in der Nähe des Ofens, die von den Laubfröschen, weil immer warm, gerne als Standorte gewählt wurden. Als ich diese Farbenanpassung zum ersten Male sah, am 9. Juli 1882 (siehe Anm. IV im Anhang), kam sie mir unglaublich vor, und ich hielt das Tier für krank. Das zweite Mal kam sie mir noch so seltsam vor, dass ich einige Freunde als Zeugen herbeirief und die Thatsache protokollierte wie folgt: „Der Laubfrosch sass am 27. Februar 1883 auf einem eisernen, verrosteten Rahmen. Er war am Rücken dunkel bronzefarbig, etwas metallglänzend und schwarz gesprenkelt, am Bauche schmutzig weiss. Vom Auge über die Ohröffnung zog sich ein länglicher, schwarzer Flecken. Von hier aus zog sich die Grenzzone der Bronzefärbung als scharf abgegrenzter, wellenförmiger Saum gegen die Hinterschenkel. Vor dem Einsatz dieser zeigte sich eine spitze Einbuchtung nach dem Rücken. Der After war oben weiss gesäumt, die Kehle dunkelgrau. An den Schenkeln, welche ebenfalls oben bronzefarbig und unten weiss waren, fand sich beidseitig der ganzen Länge nach ebenfalls ein scharf abgegrenzter Saum.“ Diese Beschreibung passt auf alle Laubfrösche, soweit sie nicht die Farbe der Oberfläche betrifft. Nur diese nimmt an der Farbenanpassung Anteil. (Andere Beispiele sind in der im Anhange sich findenden Tabelle enthalten.)

Bei den im Frühlinge mit dieser Färbung hervorkommenden kam stets dann innert kurzer Frist als Uebergangsfarbe zur Hochzeitsfärbung ein fahles Gelb zum Vorschein.

Ein einziges Mal kam es mir vor, dass ein Laubfrosch eine abnormale Färbung zeigte, die nach meiner Anschauung nicht zur Umgebung passte. Im Frühlinge 1882 sass während etwa einer Woche ein grau marmorierter Laubfrosch auf einem Blatte eines Lorbeerbaumes. Er war nicht etwa blind, was eine Ursache sein kann, dass sich ein Tier nicht oder unrichtig an die Umgebung anpasst; denn er sprang öfters nach Beute. Ich konnte keine Ursache ausfindig machen für diese unrichtige Anpassung.

Noch einer Farbenveränderung, die nur teilweise als An-

passung aufgefasst werden kann, muss hier Erwähnung gethan werden. Es ist dies eine durch direkten Sonnenschein bewirkte. Am 24. August 1894 sass ein junger Laubfrosch im Terrarium auf einem Blatte von Tradescantia viridis und wurde dort intensiv von der Sonne beschienen. Er hatte infolgedessen eine wunderbar schöne, goldgelbe Farbe angenommen, die matt metallisch schimmerte, mit einem fast unmerklichen Stich ins Grüne. Das kleine, nur 18 mm lange Tierchen befand sich augenscheinlich sehr wohl im Sonnenscheine; denn es verliess den Platz nicht und zeigte während mehrerer Stunden diese prächtige Färbung; ohne wegzugehen. Als die Sonne weg war, erschien die Farbe schön gelb und wurde dann grün. Diese Anpassung ist vielleicht so zu erklären, dass das direkte Sonnenlicht nicht so intensiv auf gelb wirkt, wie auf grün, also das Tier bei der erstern Farbe weniger belästiget, als bei der letztern. Doch kann ein so gefärbter Laubfrosch aus einiger Entfernung auch für ein halbverwelktes gelbes Blatt unter den vielen grünen Blättern angesehen werden, wie deren sich in der That auch da und dort eingestreut vorfanden.

Das sympathische Farbenanpassungsvermögen des Laubfrosches an die Umgebung ist eine wohl ebenso merkwürdige Erscheinung und tritt auch ebenso vielfältig auf, wie die so viel beschriebenen Farbenveränderungen, die das Chamaeleon erscheinen lassen kann, nur dass dieses die Veränderungen so zu sagen plötzlich, das heisst in wenigen Minuten, zu Wege bringt, während der Laubfrosch dazu mehr Zeit braucht, und die Farbenveränderung deshalb bei ihm nicht so auffällig hervortritt. (Siehe Anmerkung V im Anhang.)

Bezug der Winterquartiere. Im Spätherbste beziehen die Laubfrösche erst sehr spät die Winterquartiere. Im Terrarium thaten sie das nie vor Ende Oktober, indem sie sich vorher meistens in den höhern Partien desselben, zum Beispiel an den obersten Blättern von Canna aufhielten, wo es noch am wärmsten war. Dann, wenn die Temperatur immer mehr sank, verschwanden sie in den Verstecken, sobald die Temperatur am Tage 4 – 5° C. nicht mehr überstieg. Wenn aber später noch sonnige Tage kamen, und am Tage die Temperatur wieder höher stieg, kamen sie wieder aus den Verstecken hervor und nahmen auch oftmals noch

Nahrung zu sich. Sie zeigten sich also gegen die Kälte weniger empfindlich als die andern Lurche des Terrariums, die stets früher ihre Winterquartiere bezogen, und die schon einige Zeit vorher keine Nahrung mehr nahmen.

Im grossen Terrarium, wo im Winter geheizt wurde, aber erst, nachdem die Temperatur einige Male in der Nacht bis nahezu zum Gefrierpunkt gefallen war, wo sie indes nie allzu hoch gesteigert wurde, überwinterten die Laubfrösche auf ähnliche Weise, wie im Freien. Sie suchten frostfreie Verstecke im Trockenen auf, wo sie so gut verborgen waren, dass ich sie nur selten auffand, meistens aus Zufall, oft wenn Erde weggeräumt wurde. Sie verkrochen sich in die Erde oder unter Moos, das ich zeitweise in hohen Schichten aufgehäuft hielt, nie aber gingen sie zu diesem Zwecke ins Wasser.

Wenn dann geheizt wurde und die Temperatur ausnahmsweise so hoch stieg, dass sie in ihre Verstecke drang, so war ihnen das nicht etwa angenehm, sondern sie ärgerten sich darüber, und sie machten ihrem Aerger durch energisches Schreien Luft. Sie wurden durch diese Wärme in ihrer Winterruhe gestört, und dies fand namentlich bei denen statt, die ihr Versteck in der Höhe hatten, wo die aus dem Ofen ausströmende Wärme sich ansammelte. Diese blieben dann, so lange die Wärme in ihrem Verstecke andauerte, sehr empfindlich gegen alle sie unangenehm berührenden Geräusche und machten ihrem Aerger darüber viel schneller und öfter durch Schreien Luft, als im Sommer. Besonders geschah dies, wenn an dem eisernen Ofen manipuliert, Asche weggeschafft oder Kohlen aufgeschüttet wurden, auch einmal, als ich einen Laden entzwei sägte.

In einem kleinern Terrarium, in dem nicht geheizt wurde, überwinterte ich Laubfrösche von 1881 auf 1882 dadurch, dass ich ihnen im Spätherbste ein grosses, recht weithalsiges Glas hinstellte, in welches ich unten eine recht dicke Lage nicht ganz trockener Erde that und darüber eine noch dickere Schicht Moos, Polytrichum commune, in aufrechter Stellung setzte.

Als die ersten Fröste eintraten, gingen ohne mein Zuthun in einer Nacht alle von selbst in dieses Glas, (es waren sieben Exemplare), verkrochen sich und blieben zwischen dem Moos und der Erde. Ich band nun das Glas mit einem dünnen Tuche zu

und liess es an einer frostfreien Stelle stehen. Als im Frühlinge wieder warme Witterung eintrat, entfernte ich das Tuch von dem Glase, und nach einiger Zeit kamen, wieder in einer und derselben Nacht, alle sieben Stücke zum Vorschein. Weil das Licht in dieses Winterquartier dringen konnte und das Glas in der Nähe grüner Pflanzen stand, waren sie schon hübsch grün, als sie es verliessen.

Das Ueberwintern in den bekannten Gläsern mit etwas Wasser und einer Leiter im warmen Zimmer ist unnatürlich. Sie werden durch die Wärme verhindert, in Winterschlaf zu verfallen, und bekommen doch zu wenig Nahrung, oder wenn man ihnen auch genügend solcher bieten wollte, so nehmen sie dieselbe nicht an, indem sie doch in einen lethargischen Zustand verfallen. Dabei magern sie sehr ab und gehen meist gegen den Frühling hin zu Grunde. Auch im Terrarium mussten sie im Herbste wohl genährt sein, wenn sie den Winter gut überdauern sollten. Waren sie nicht fett im Herbste, so erlebten sie wohl den Frühling noch, konnten aber dann oft nicht mehr dazu gebracht werden, Nahrung zu sich zu nehmen und gingen nachträglich ebenfalls ein. (Siehe Anmerkung VI im Anhang.)

Da im Terrarium erst geheizt wurde, nachdem die Bewohner schon ihre Winterquartiere bezogen hatten, so geschah dies ungefähr um die gleiche Zeit, wie im Freien.

Feinde. Als Feinde der Laubfrösche lernte ich im Terrarium in erster Linie die Ringelnattern kennen, die ihnen jedoch im Freien weniger gefährlich sein werden, da sie dort noch weniger als hier zu ihren Standorten gelangen können. Im Juni 1891 sah ich eine junge, kaum bleistiftdicke solche Schlange einen ausgewachsenen verschlingen, was ich kaum für möglich gehalten, wenn ichs nicht selbst gesehen hätte. Wenn das Tierchen einer Ringelnatter zur Beute fällt, wird es jedenfalls als Leckerbissen behandelt; dennoch waren auch im Terrarium die Laubfrösche vor den Ringelnattern verhältnismässig am sichersten und konnten, z. B. im Jahr 1881, wo ich neben vielen Lurchen auch Schlangen im Terrarium hielt, ihr Leben länger fristen, als die andern Lurche, weil sie sich stets in der Höhe aufhielten auf Blättern, an dünnen Zweigen, wo die Schlangen, trotz ihrer Gewandtheit im Klettern, nicht hingelangen konnten. Sie konnten sich dieses

Frosches nur bemächtigen, wenn sich einer etwa zufällig auf dem Boden des Terrariums zeigte oder dann, was selten vorkam, im Winterquartier, wenn infolge der Heizung sowohl die Schlangen, als auch die Laubfrösche nicht schliefen, erstere aber hungrig waren, nach Nahrung umher schlichen, und die letztern in ihren Verstecken überrumpelten. So vertilgte eine Ringelnatter noch am 7. November 1881 einen, den sie im Winterquartier ausfindig gemacht hatte.

Auch eine Würfelnatter, die im Terrarium schon eine Menge Goldfische vertilgt hatte, machte sich in der Not, als sie keine Fische mehr fand, an die Laubfrösche, die diese neue Feindin zuerst nicht kannten, aber bald kennen lernten und dann vor ihr in weiten Sprüngen Reissaus nahmen, wenn sie merkten, dass sie Hunger hatte.

Die Larven der Laubfrösche sind viel mehr Gefahren ausgesetzt, als die erwachsenen Tiere, indem sie von allen Raubinsekten des Wassers und deren Larven als gute Beute betrachtet werden, wie ich in dem von mir erstellten Cementbassin im Freien, wo ich namentlich im Sommer 1892 Laubfroschlarven aufzog, zu meinem Verdrusse erfahren musste.

Krankheiten unterliegen diese Lurche im Freien wohl nicht; im Terrarium jedoch hatte ich Gelegenheit, eine solche zu beobachten, die davon herrührte, dass sie dort zeitweilig mit Kalbfleisch gefüttert wurden. Dies bewirkte oft, dass sich etwa bei einem der Mastdarm aus dem After ausstülpte. Diese litten also an Mastdarmvorfall. Wenn dieser mit einem vorn abgerundeten Stäbchen oder einer Pincette wieder vorsichtig hinein gestossen worden war, so kam er nicht sobald wieder hervor, und der Laubfrosch konnte so geheilt werden. Einem, der im September 1894 an einem solchen Vorfall gelitten hatte und der operiert worden war, fütterte ich später mangels anderer Nahrung wieder Kalbfleisch, aber diesmal, statt in kleinen Stückchen wie bisher, nun in ganz fein zerriebenem, breiartigem Zustande. Aber auch dies hatte wieder das Austreten des Mastdarms zur Folge, so dass ich nun wusste, dass bei solchen Individuen, die einmal an dieser Krankheit gelitten hatten, das Füttern mit Kalbfleisch unterlassen werden musste. Andere dagegen habe ich jahrelang ohne schlimme Folgen mit Kalbfleisch gefüttert; nur muss man

ihnen zwischen hinein stets etwas Naturfutter reichen, wie Mehlwürmer, Fliegen und dergleichen.

Gegen Kälte sind die Laubfrösche nicht so empfindlich, wie die andern Anuren, indem sie noch bei niederer Temperatur, bis zu 6° C. hinunter, Nahrung zu sich nehmen. Wenn aber der Frost in ihr Winterquartier dringt, so wird er ihnen ebenso verderblich, wie ihren Verwandten. Im strengen Winter 1890—91 gingen alle Laubfrösche im Terrarium zu Grunde, da trotz des Heizens da und dort in den vom Ofen entferntesten Stellen die Temperatur unter den Gefrierpunkt sank. Es waren dabei solche, die 8—10 Jahre darin gelebt hatten. (Siehe Anmerkung VII im Anhang.)

Anhang zu Hyla arborea L.

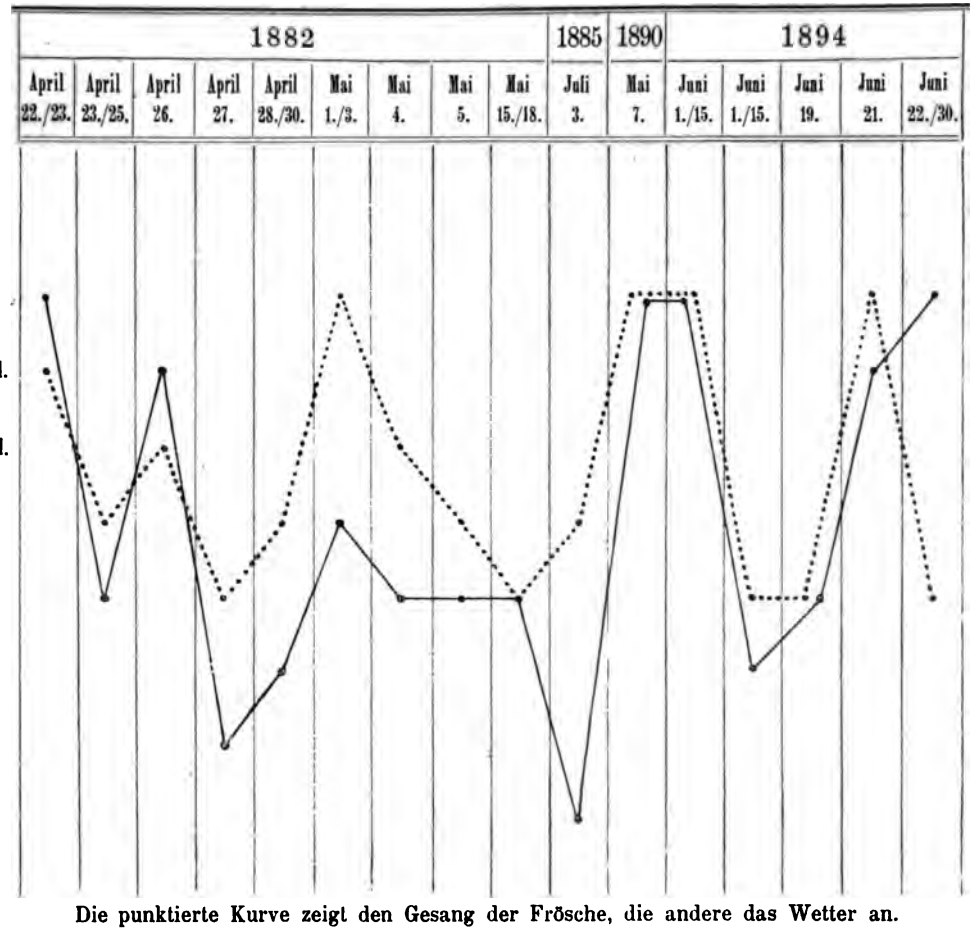
Tabellen und Anmerkungen.

Anmerkung I zu Seite 282.

Tabelle über das Hervorkommen der Laubfrösche im Frühlinge.

Jahr	Ankündigung durch die Stimme	Erscheinen der Mehrzahl	Erscheinen der Nachzügler	Bemerkungen
		Im Terrarium		
1883	Anf. Febr.	8.—9. Febr.	bis 19. Febr.	
1884		10. März	„ Anf. April	
1885	13. „	Anf. „	„ 14. „	Unterbruch durch kühles Wetter, dann Steigen d. Temp. bis 16-21° C.
1886		19. „	„ 20. März	
1889		11. „		
1890		31. „	„ Anf. April	
		Im Freien		
1885		Anf. Mai	Anf. Mai	Schneckenberg
1886	3. April	3.—5. April	„	„
1889	19. „	19. „	Ende April	„
1890	15. „	22. „	Mai	Aarau u. Schneckenberg
1892	9. „	Anf. Mai	Anf. „	Schneckenberg
1894	Anf. Mai	„	„	„
1896	15. April	April	April	Aarau u. Schneckenberg

Kurventabelle zum Vergleich der Stärke des Laubfroschgesangs mit dem Wetter.



Die punktierte Kurve zeigt den Gesang der Frösche, die andere das Wetter an.

Anmerkung III zu Seite 295.

Tabelle über die Entwicklung der Larven von Hyla arborea.

Datum	Totallänge	Körperlänge	Körperbreite	Bemerkungen
1894	mm	mm	mm	
Mai 31.				Geburt des Laiches.
Juni 4.				Die Embryonen sind länglich, gebogen, gelb.
„ 8.	5—8	3	1,5	Die Larven schlüpfen aus.
„ 13.	8,5	3	1,5	Hängen ruhig, mit dem Mund angesogen.
„ 21.	12	4,5	3	Keine äussern Kiemen mehr, Mund-Saugapparat.
„ 26.	18	6	4	Einige in der Entwicklung zurück.
„ 29.	23	8	5	Stummel d. hintern Beine sichtbar.
	10	7	4,5	Das kleinste Exemplar Stummel noch nicht sichtbar.
Juli 2.	26—28	10	6,5	Seitliche Bronzetupfen, zunehmendes Steigen an die Oberfläche nach Luft.
„ 6.	29	11	6,5	
„ 11.	35	13	7,5	Grösste Larve } Seiten u. Unterleib metallglänzend, Gedärme nur undeutlich sichtbar.
„ 12.	28 u. kleiner			Kleinste Larven } Bei den grössern die Hinterbeine gegliedert.
„ 14.	34	13,5	9	Hinterbeine noch nicht frei.
„ 15.				Bei einer sind die Hinterbeine frei, aber bewegen sich nicht.
„ 23.				Bei einer machen die Hinterbeine Bewegungen.
„ 25.	40	15	10	Hinterbeine 10 mm*).
	39	15,5	10	Hinterbeine 11 mm*).
	39	14	10	Hinterbeine 5 mm*).
	38	14	10	Hinterbeine 5,5 mm.
	37	15	9	Hinterbeine 6 mm.
	36	14	9,5	Hinterbeine 5 mm.
	34	12,5	8	Hinterbeine 4,5 mm, machen keine Bewegungen.
	33	13	8	Hinterbeine 5,5 mm.
	32,5	12	7	Hinterbeine 2 mm. Stecken noch in der Schwanzflosse.

*) Die Entwicklung ist in allen Beziehungen ungleich und die kleinsten Larven ergeben nicht die kleinsten Tiere.

Datum	Totallänge	Körperlänge	Körperbreite	Bemerkungen
1894	mm	mm	mm	
Juli 25.	27,5	13,5	9	Hinterbeine 6 mm.
„ 26.				1 Exemplar ist im Westentaschenstadium.
„ 27.				1 Exemplar hat einen Vorderfuss frei.
„ 28.				1 Exemplar hat alle vier Beine frei.
„ 29.	40	15	10	Alle vier Beine entwickelt, hüpft.
	40	14	10	Nur zwei Beine entwickelt.
	39,5	15	10	Nur zwei Beine entwickelt.
	39	15,5	10	Alle vier Beine entwickelt, hüpft.
	38,5	14	10	Nur zwei Beine entwickelt.
	38	14	9,5	Nur zwei Beine entwickelt.
	37,5	14,5	10	Nur zwei Beine entwickelt.
	36	13,5	9	Nur zwei Beine entwickelt.
	35,5	13	8,5	Nur zwei Beine entwickelt.
		15,5		Ein Fröschchen hat das Wasser verlassen mit noch grossem Schwanz.
Aug. 1.		15—16		Das zweite hat d. Wasser verlassen, Schwanz noch ziemlich lang.
„ 3.				Das dritte hat d. Wasser verlassen.
„ 7.		17,5	10	Masse des ersten, das am 29. Juli das Wasser verliess.
				Es haben sechs das Wasser verlassen.
„ 7.	42	15	10	Alle vier Beine entwickelt.
	38,5	14	9,5	Nur die Hinterbeine entwickelt.
	36	15,5	10	Drei Beine entwickelt, das rechte vordere noch unter der Haut.
	34	14	10	Alle vier Beine entwickelt, Schwanz schon etwas zus'engeschrumpft.
Aug. 7. abds.				Ein weiteres Fröschchen springt mit grossem Sprung aus d. Schüssel.
Aug. 8.				Zwei der Larven haben alle vier Beine, die dritte nur drei.
„ 10.				Nur noch eine Larve im Wasser.
„ 14.				Die letzte hat das Wasser verlassen, besitzt noch etwas Schwanz.
„ 15.				Der Schwanz d. letzten z. Stummel zusammengeschrumpft.

Anmerkung IV zu Seite 303.

Am 9. Juli 1882 sass ein Laubfrosch auf einer eisernen Wasserleitungsröhre, und zwar schon längere Zeit. Er erbeutete dort viele Insekten, indem der Platz als Ruhepunkt für solche sehr günstig lag. Dieser hatte ziemlich deutlich die Farbe des eisernen Rohres angenommen, welches von Rost rot gesprenkelt erschien. Es hatte aber einige Tage gedauert, bis diese Anpassung zu stande gekommen war.

Anmerkung V zu Seite 304.

Tabelle über an Hyla arborea beobachtete Farbenanpassungen und Farbenveränderungen.

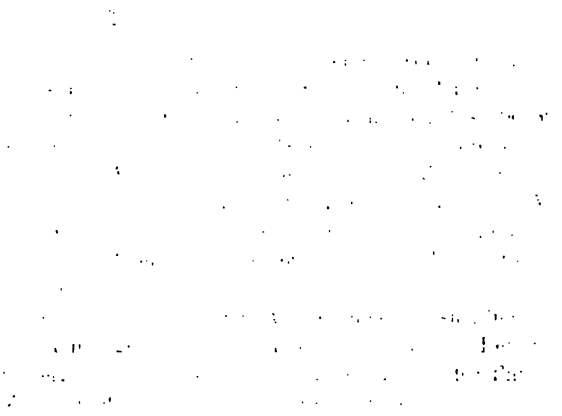
Datum	Farbe	Substrat	Bemerkungen
1881 Frühling.	Dunkelaschgrau.	Verschl. Schachtel.	Wurde von Knaben in einer Schachtel eingeschlossen gebracht.
1881 Sommer.	Bräunlich.	Stein.	An dunkler Stelle im Terrarium.
Alle Sommer.	Grün in allen Abstufungen.	Grüne Bl'tpflanze.	Im Terrarium und im Freien.
1882 Juni.	Grau.	Grau angestrich. Brett.	Im Terrarium.
1882 Juni.	Grau,marmoriert.	Blatt eines Lorbeerbaumes.	War nicht angepasst.
1882 Juli 9.	Bronze, rostrot gesprenkelt.	Rostiges Wasserleitungsrohr.	Im Terrarium.
1882 Nov. 9.	Bronze.	Rostige Eisentaf.	Im Terrarium.
1883 Februar.	Grau.	Dunkle Stelle.	Farbe b. Hervorkommen aus d. Winterquartier.
1883 Februar.	Grauschwarz.	Erdloch.	Farbe b. Hervorkommen aus d. Winterquartier.
1883 Februar.	Graugrün.	Hellerer Ort.	Farbe b. Hervorkommen aus d. Winterquartier.
1883 Febr. 27.	Bronze, schwarz gesprenkelt.	Rostiger Eisenrahmen.	Im Terrarium.
1883 April 2.	Braun, schokoladefarbig.	Rost. Eisenplatte an dunkl. Stelle.	Im Terrarium.
1883 Okt. 7.	Bronze, rostrot gesprenkelt.	Rost. Eisenplatte.	Im Terrarium.
1883 Dez. 25.	Bronze, schwarz gesprenkelt.	Rost. Eisenplatte.	

Datum	Farbe	Substrat	Bemerkungen
1884 Frühling.	Grau düster.	Erde, dkle. Stelle.	Winterquartier, b. Hervorkommen.
1884 Frühling.	Schwarzgrau.	Unter der Erde.	Winterquartier, b. Hervorkommen.
1884 März 10.	Grau, weiss gesprenkelt.	Cementmauer.	Im Halbdunkel.
1884 März.	Bronze, gesprenkelt.	Rost. Eisenplatte.	
1884 März.	Gelb.	Eisenplatte.	Uebergangsfärbung zu Grün, beim Versetzen ins Grüne.
1885 Febr. 5.	Bronze, braun, metallglänzend	Dunkle Stelle.	Beim Hervorkommen.
1885 März.	Dunkelrauchgrau	Loch in d. Erde.	Beim Hervorkommen.
1887 März 21.	Bronze, gelb gesprenkelt.	Rostiges Eisen.	
1889 März 11.	Grau.	Dunkle Stelle.	Beim Hervorkommen.
1890 Juni 7.	Erdgrau, mit olivengrün. Flekken.	Mauer mit Algen.	An dunkler Stelle.
1890 Juni 7.	Bronze.	Rostiges Eisen.	An dunkler Stelle.
1890 Juni 7.	Grau, dunkel getüpfelt.	Mauer.	An dunkler Stelle.
1890 Juni 7.	Blassgelb.	An Calla.	Uebergangsfärbung von Bronze zu Grün.
1894 Aug. 24.	Goldgelb, mit Metallglanz.	Tradescantia im Sonnenschein.	Durch die Sonne erzeugter Effekt.
1894 Aug. 24.	Gelb, dann grün.	Tradescantia.	Nachdem die Sonne weg war.

Anmerkung VI zu Seite 306.

Tabelle über den Bezug der Winterquartiere durch Hyla arborea im Terrarium.

Jahr	Bezug des Winterquartiers	Ort	Schreien im Winter	Ursache	Bemerkungen
1881	Ende Oktober und Anfang November.	Terrarium.			War im Oktober hoch an Canna.
1882	Anfang November.	Schaufenster.			Im weithalsigen Glas.
1882	November.	Terrarium.			Verstecke nicht auffindbar.
1883	28. Oktober.	Terrarium.	Oefters.	Manipulieren am Ofen.	Kamen bei schönem Wetter noch zum Vorschein bis 1. November.
1884	November.	Terrarium.	4. März.	Sägen von Holz.	In einem Tradescantiabusch.
1885	November.	Terrarium.	20. Januar und später.	Manipulieren am Ofen.	
1889	Ende September.	Terrarium.			
1890	Ende November.	Terrarium.			
1892	Mitte November.	Terrarium.			
1896	Mitte Oktober.	Schaufenster.			Bei 5—6° C. Maximum und 1° C. Minimum. Kam im November noch einige Male hervor.



Zur Theorie der tripelorthogonalen Flächensysteme.

Von

C. F. Geiser.

Vortrag, gehalten in der Sektion für Mathematik, Astronomie und Physik der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft, Bern, den 2. August 1898.

Um ein tripelorthogonales Flächensystem:

$$u(x_1, x_2, x_3) = \varrho,\ v(x_1, x_2, x_3) = \sigma,\ w(x_1, x_2, x_3) = \tau \qquad (1)$$

herzustellen, in welchem x_1, x_2, x_3 die kartesischen Koordinaten im Raume, ϱ, σ, τ die Parameter der drei Flächenscharen bedeuten, darf man die erste Flächenschar nicht willkürlich wählen, sondern es muss die Funktion u einer partiellen Differentialgleichung dritter Ordnung Genüge leisten. Der Weg, auf welchem diese Differentialgleichung in rein analytischer Weise abgeleitet werden kann, ist durch Schläfli[1]) vorgezeichnet worden; Cayley[2]) giebt unter Beiziehung geometrischer Methoden eine explicite Gestalt derselben. Man gelangt aber zu einer einfacheren Ableitung und zu einer anschaulicheren geometrischen Interpretation der Cayley'schen Resultate, wenn man sie in Beziehung setzt zu der eleganten Form, welche Hesse[3]) dem Beweise des Dupin'schen Theorems gegeben hat.

I.

Die partiellen Differentialquotienten der durch die Gleichungen

$$u(x_1, x_2, x_3,) = \varrho,\ v(x_1, x_2, x_3) = \sigma,\ w(x_1, x_2, x_3) = \tau \qquad (1)$$

---

[1]) Crelle's Journal, Bd. 76, pag. 126.

[2]) Salmon, Analytic Geometry of three Dimensions. 3d edit., pag. 281.

[3]) Vorlesungen über analytische Geometrie des Raumes. 1. Aufl., pag. 362.

eingeführten Funktionen u, v, w nach x_1, x_2, x_3 sollen mit Indices bezeichnet werden, so dass

$$\frac{\partial u}{\partial x_\varkappa} = u_\varkappa, \quad \frac{\partial^2 u}{\partial x_\varkappa \partial x_\lambda} = u_{\varkappa\lambda}, \quad \frac{\partial^3 u}{\partial x_\varkappa \partial x_\lambda \partial x_\mu} = u_{\varkappa\lambda\mu} \text{ etc.}$$

Die Bedingung dafür, dass die Gleichungen (1) ein tripelorthogonales Flächensystem liefern, besteht dann darin, dass die Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} v_1 w_1 + v_2 w_2 + v_3 w_3 &= 0, \\ w_1 u_1 + w_2 u_2 + w_3 u_3 &= 0, \\ u_1 v_1 + u_2 v_2 + u_3 v_3 &= 0 \end{aligned}\right\} \tag{2}$$

identisch erfüllt seien. Indem man jede derselben nach x_1, x_2, x_3 differenziert, erhält man (für $\varkappa = 1, 2, 3$):

$$\left.\begin{aligned} \Sigma v_{1\varkappa} w_\varkappa + \Sigma w_{1\varkappa} v_\varkappa = 0, \quad & \Sigma w_{1\varkappa} u_\varkappa + \Sigma u_{1\varkappa} w_\varkappa = 0, \\ \Sigma v_{2\varkappa} w_\varkappa + \Sigma w_{2\varkappa} v_\varkappa = 0, \quad & \Sigma w_{2\varkappa} u_\varkappa + \Sigma u_{2\varkappa} w_\varkappa = 0, \\ \Sigma v_{3\varkappa} w_\varkappa + \Sigma w_{3\varkappa} v_\varkappa = 0, \quad & \Sigma w_{3\varkappa} u_\varkappa + \Sigma u_{3\varkappa} w_\varkappa = 0, \\ \Sigma u_{1\varkappa} v_\varkappa + \Sigma v_{1\varkappa} u_\varkappa &= 0, \\ \Sigma u_{2\varkappa} v_\varkappa + \Sigma v_{2\varkappa} u_\varkappa &= 0, \\ \Sigma u_{3\varkappa} v_\varkappa + \Sigma v_{3\varkappa} u_\varkappa &= 0. \end{aligned}\right\} \tag{3}$$

Diese neun Gleichungen bilden drei Gruppen. Die drei Gleichungen der ersten Gruppe (in den v, w) werden mit u_1, u_2, u_3 multipliziert und addiert; für die zweite Gruppe verwendet man die Multiplikatoren v_1, v_2, v_3; für die dritte w_1, w_2, w_3. Es entstehen so die Gleichungen:

$$V + W = 0, \quad W + U = 0, \quad U + V = 0, \tag{4}$$

wo $$U = \Sigma u_{\varkappa\lambda} v_\varkappa w_\lambda, \quad V = \Sigma v_{\varkappa\lambda} w_\varkappa u_\lambda, \quad W = \Sigma w_{\varkappa\lambda} u_\varkappa v_\lambda. \tag{5}$$

Aus den Gleichungen (4) folgen die neuen:

$$U = 0, \quad V = 0, \quad W = 0. \tag{6}$$

Es sind dies in Reproduktion der dort gegebenen Ableitung die Gleichungen (8) der citierten Hesse'schen Vorlesung.

II.

Die Gleichung
$$\begin{aligned} U = {} & u_{11} v_1 w_1 + u_{12} v_1 w_2 + u_{13} v_1 w_3 \\ & + u_{21} v_2 w_1 + u_{22} v_2 w_2 + u_{23} v_2 w_3 \\ & + u_{31} v_3 w_1 + u_{32} v_3 w_2 + u_{33} v_3 w_3 = 0 \end{aligned} \tag{1}$$

ist eine identische, die nach den in ihr enthaltenen Veränderlichen x_1, x_2, x_3 differenziert werden darf. Es ist also

$$u_1 \frac{\partial U_1}{\partial x_1} + u_2 \frac{\partial U_2}{\partial x_2} + u_3 \frac{\partial U_3}{\partial x_3} = 0 \qquad (2)$$

ebenfalls eine identische Gleichung. Aus dem ersten Gliede $u_1 v_1 w_1$ in (1) erhält man als Beitrag an die linke Seite von (2):

$$\begin{aligned} &u_1 (u_{111} v_1 w_1 + u_{11} v_{11} w_1 + u_{11} v_1 w_{11}) \\ &+ u_2 (u_{112} v_1 w_1 + u_{11} v_{12} w_1 + u_{11} v_1 w_{12}) \\ &+ u_3 (u_{113} v_1 w_1 + u_{11} v_{13} w_1 + u_{11} v_1 w_{13}), \end{aligned}$$

oder (wo wieder $\varkappa = 1, 2, 3$ ist)

$$v_1 w_1 \Sigma u_{11\varkappa} u_\varkappa + u_{11} w_1 \Sigma v_{1\varkappa} u_\varkappa + u_{11} v_1 \Sigma w_{1\varkappa} u_\varkappa.$$

Hier benutzt man aus I, 3 je die erste Gleichung der zweiten und der dritten Gruppe und erhält:

$$v_1 w_1 \Sigma u_{11\varkappa} u_\varkappa - u_{11} w_1 \Sigma u_{1\varkappa} v_\varkappa - u_{11} v_1 \Sigma u_{1\varkappa} w_\varkappa.$$

Werden alle Glieder von U in gleicher Art behandelt, so nimmt (2) die Form an:

$$\begin{aligned} &\Sigma u_{\varkappa\lambda\mu} u_\varkappa v_\lambda w_\mu \\ &- 2 \{\Sigma u_{1\varkappa} v_\varkappa \cdot \Sigma u_{1\varkappa} w_\varkappa + \Sigma u_{2\varkappa} v_\varkappa \cdot \Sigma u_{2\varkappa} w_\varkappa + \Sigma u_{3\varkappa} v_\varkappa \cdot \Sigma u_{3\varkappa} w_\varkappa\} = 0. \end{aligned} \qquad (3)$$

Es ist dies die Gleichung, welche Schläfli (l. c. pag. 127) in der Form giebt:

$$DD'D''f - 2 \Sigma D'f_x \cdot D''f_x = 0.$$

Eliminiert man aus den Gleichungen (1) und (3) sowie aus den Gleichungen I, 2 (also aus einem System von fünf Gleichungen) die Verhältnisse $v_1 : v_2 : v_3$ und $w_1 : w_2 : w_3$, so ergiebt sich eine Gleichung, welche nur noch von der Funktion u abhängt; es ist die gesuchte partielle Differentialgleichung dritten Grades.

III.

Man betrachte jetzt x_1, x_2, x_3 als homogene Dreiseitskoordinaten in einer Ebene; in diesem Koordinatensysteme seien u_1, u_2, u_3; v_1, v_2, v_3; w_1, w_2, w_3 die Koordinaten dreier Punkte P, Q, R. Die Gleichungen I, 2 sagen dann aus, dass P, Q, R in Bezug auf den Kegelschnitt

$$2\,\Re = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 = 0 \tag{1}$$

ein Tripel harmonischer Punkte seien[1]).

Führt man den Kegelschnitt

$$2\,K = \Sigma\, u_{\varkappa\lambda}\, x_\varkappa\, x_\lambda = 0 \tag{2}$$

ein, so zeigt die Gleichung $U = 0$ (II, 1), dass die Punkte Q und R in Bezug auf K konjugierte harmonische Pole sind.

Zur geometrischen Interpretation von II, 3 behandle man die beiden Teile, aus denen ihre linke Seite besteht, gesondert. Rücksichtlich des ersten dient die Kurve dritten Grades

$$3\,\mathfrak{C} = \Sigma\, u_{\varkappa\lambda\mu}\, x_\varkappa\, x_\lambda\, x_\mu = 0. \tag{3}$$

In Bezug auf dieselbe erzeugt der Punkt P eine erste Polare

$$2\,\Pi = u_1 \frac{\partial\,\mathfrak{C}}{\partial\, x_1} + u_2 \frac{\partial\,\mathfrak{C}}{\partial\, x_2} + u_3 \frac{\partial\,\mathfrak{C}}{\partial\, x_3} = \Sigma \Pi_{\varkappa\lambda}\, x_\varkappa\, x_\lambda = 0. \tag{4}$$

Die Bedingung dafür, dass Q und R konjugierte harmonische Pole in Bezug auf den Polarkegelschnitt Π seien, wird dann ausgedrückt durch:

$$\Sigma\, u_{\varkappa\lambda\mu}\, u_\varkappa\, v_\lambda\, w_\mu = 0.$$

Rücksichtlich des zweiten Teils von II, 3 bilde man aus

$$\begin{aligned} K_1 &= u_{11}\, x_1 + u_{12}\, x_2 + u_{13}\, x_3, \\ K_2 &= u_{21}\, x_1 + u_{22}\, x_2 + u_{23}\, x_3, \\ K_3 &= u_{31}\, x_1 + u_{32}\, x_2 + u_{33}\, x_3 \end{aligned}$$

die Gleichung eines neuen Kegelschnittes

$$2\,S = K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 = 0. \tag{5}$$

Der Punkt Q erzeugt nach demselben die Polare

$$v_1 \frac{\partial\, S}{\partial\, x_1} + v_2 \frac{\partial\, S}{\partial\, x_2} + v_3 \frac{\partial\, S}{\partial\, x_3} = 0 \quad \text{oder}$$

$$K_1\, \Sigma u_{1\varkappa}\, v_\varkappa + K_2\, \Sigma u_{2\varkappa}\, v_\varkappa + K_3\, \Sigma u_{3\varkappa}\, v_\varkappa = 0.$$

Die Gleichung

$$\Sigma\, u_{1\varkappa}\, v_\varkappa \cdot \Sigma\, u_{1\varkappa}\, w_\varkappa + \Sigma u_{2\varkappa}\, v_\varkappa \cdot \Sigma\, u_{2\varkappa}\, w_\varkappa + \Sigma u_{3\varkappa}\, v_\varkappa \cdot \Sigma\, u_{3\varkappa}\, w_\varkappa = 0$$

---

[1]) Wählt man als Dreieckskoordinatensystem dasjenige, welches die ursprünglichen kartesischen Koordinaten aus der ∞ fernen Ebene ausschneiden, so ist $\Re$ der ∞ ferne imaginäre Kreis.

ist die Bedingungsgleichung dafür, dass Q und R konjugiert harmonisch in Bezug auf S seien. Durch Kombination der beiden Resultate ergiebt sich demnach als geometrische Bedeutung der Gleichung II, 3, dass die Punkte Q und R in Bezug auf den Kegelschnitt

$$T = \Pi - 2S = 0 \tag{6}$$

ein Paar konjugierter harmonischer Pole bilden.

IV.

Das Punktenpaar $Q\,R$ ist konjugiert harmonisch in Rücksicht auf jeden der drei Kegelschnitte $\mathfrak{K}$, K, T. Sein Träger (die Polare von P nach $\mathfrak{K}$)

$$G = u_1 x_1 + u_2 x_2 + u_3 x_3 = 0 \tag{1}$$

schneidet also die genannten Kegelschnitte in drei Punktenpaaren einer Involution, deren Doppelpunkte Q und R sind. Es seien nun

$$A = \Sigma a_{\varkappa\lambda} x_\varkappa x_\lambda = 0,\ B = \Sigma b_{\varkappa\lambda} x_\varkappa x_\lambda = 0,\ C = \Sigma c_{\varkappa\lambda} x_\varkappa x_\lambda \tag{2}$$

drei beliebige Kegelschnitte, die von G in Punktenpaaren einer Involution geschnitten werden. Sei Γ diejenige Kurve dritten Grades, für welche A, B, C erste Polaren sind, Γ' ihre Cayley'sche Kurve, so ist G eine Tangente von Γ'. Unter den ersten Polaren von Γ befindet sich ein Linienpaar, von welchem G ein Bestandteil ist. Führt man also ein lineares Polynom

$$-G' = \alpha' x_1 + \beta' x_2 + \gamma' x_3$$

ein, so müssen sich α, β, γ; α', β', γ' derart bestimmen lassen, dass

$$\alpha A + \beta B + \gamma C = G G' \tag{3}$$

zu einer identischen Gleichung wird. Setzt man die Koeffizienten korrespondierender Glieder in (3) einander gleich und eliminiert α, β, γ; α', β', γ', so ergiebt sich die Gleichung, welche bei Cayley (l. c. pag. 274) aus der nämlichen geometrischen Quelle abgeleitet erscheint:

$$\vartheta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{22} & a_{33} & 2a_{23} & 2a_{31} & 2a_{12} \\ b_{11} & b_{22} & b_{33} & 2b_{23} & 2b_{31} & 2b_{12} \\ c_{11} & c_{22} & c_{33} & 2c_{23} & 2c_{31} & 2c_{12} \\ u_1 & 0 & 0 & 0 & u_3 & u_2 \\ 0 & u_2 & 0 & u_3 & 0 & u_1 \\ 0 & 0 & u_3 & u_2 & u_1 & 0 \end{vmatrix} = 0. \tag{4}$$

Werden hier die Koeffizienten der Kegelschnittpolynome A, B, C durch diejenigen von T, K, $\mathfrak{K}$ ersetzt, so ergiebt sich die partielle Differenzialgleichung für die Funktion u, ausgedrückt durch das Verschwinden einer Determinante sechsten Grades, welche mit ϑ' bezeichnet werden soll.

V.

In der Determinante ϑ' kommen die Koeffizienten von T, welche die Stelle der $a_{\varkappa\lambda}$ in ϑ vertreten, nur in der ersten Horizontalreihe vor. Nach III, 6 ist

$$T = \Pi - 2S$$

und hier kann S folgendermassen umgeformt werden: Man bezeichne mit $\mathfrak{A}_{\varkappa\lambda}$ die Unterdeterminanten von

$$\Delta = \begin{vmatrix} u_{11} & u_{12} & u_{13} \\ u_{21} & u_{22} & u_{23} \\ u_{31} & u_{32} & u_{33} \end{vmatrix} \tag{1}$$

Der Kegelschnitt

$$2\mathfrak{A} = \Sigma \mathfrak{A}_{\varkappa\lambda} x_\varkappa x_\lambda = 0 \tag{2}$$

ist dann die Polarfigur (der Polarkegelschnitt) von K in Bezug auf $\mathfrak{K}$. Man setze ferner

$$\left.\begin{aligned} u_{11} + u_{22} + u_{33} &= \delta, \\ \mathfrak{A}_{11} + \mathfrak{A}_{22} + \mathfrak{A}_{33} &= \Delta, \end{aligned}\right\} \tag{3}$$

so ist

$$\left.\begin{aligned} 2S &= \delta K - \Delta \mathfrak{K} + 2\mathfrak{A}, \\ T &= \Pi - \delta K + \Delta \mathfrak{K} - 2\mathfrak{A}. \end{aligned}\right\} \tag{4}$$

Führt man diesen Wert von T zur Bildung von ϑ' ein, so zeigt sich, dass mit Hülfe der zweiten und dritten Horizontalreihe diejenigen Terme der ersten, welche von K und $\mathfrak{K}$ herrühren, entfernt werden können. Man darf also T durch

$$T' = \Pi - 2\mathfrak{A}$$

ersetzen. Werden die Unterdeterminanten von ϑ' nach den Elementen der ersten Horizontalreihe mit

$$H_{11},\ H_{22},\ H_{33},\ 2H_{23},\ 2H_{31},\ 2H_{12}$$

bezeichnet und werden die beiden von Π und $-2\mathfrak{A}$ herrührenden Teile getrennt, so kommt aus $\vartheta' = 0$ die neue Gleichung:

$$\Sigma H_{\varkappa\lambda} \Pi_{\varkappa\lambda} = 2 \Sigma H_{\varkappa\lambda} \mathfrak{A}_{\varkappa\lambda}. \tag{5}$$

Das ist im Wesentlichen das Schlussresultat der Cayley'schen Entwicklungen.

VI.

Die geometrische Deutung des nur von $\mathfrak{A}$ herrührenden Teils der Gleichung V, 5 zeigt, dass

$$J = \Sigma H_{\varkappa\lambda} \mathfrak{A}_{\varkappa\lambda} \tag{1}$$

verschwindet, wenn die Gerade G die Kegelschnitte $\mathfrak{A}$, K, $\mathfrak{K}$ in drei Punktenpaaren einer Involution schneidet. Es sind demnach Q und R konjugierte Punkte in der Hessiana derjenigen Kurve dritten Grades, zu deren ersten Polaren $\mathfrak{A}$, K, $\mathfrak{K}$ gehören. Dem Kegelschnittnetz ($\mathfrak{A}$, K, $\mathfrak{K}$) gehört insbesondere das Büschel (K, $\mathfrak{K}$) an, also liegt das gemeinschaftliche Tripel PQR auf der Tripelkurve des Netzes (die mit der genannten Hessiana identisch ist). Analytisch wird diese Kurve durch das Verschwinden der Jacobi'schen Determinante gegeben:

$$\mathfrak{J} = \begin{vmatrix} \frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial x_1} & \frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial x_2} & \frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial x_3} \\ \frac{\partial K}{\partial x_1} & \frac{\partial K}{\partial x_2} & \frac{\partial K}{\partial x_3} \\ \frac{\partial \mathfrak{K}}{\partial x_1} & \frac{\partial \mathfrak{K}}{\partial x_2} & \frac{\partial \mathfrak{K}}{\partial x_3} \end{vmatrix} = 0, \tag{2}$$

eine Gleichung, die nun erfüllt sein muss, wenn in ihr die laufenden Koordinaten x_1, x_2, x_3 durch die Koordinaten u_1, u_2, u_3 des Punktes P ersetzt werden. Wird dies in den Elementen von $\mathfrak{J}$ ausgeführt, nachdem deren Werte durch Differentiation gebildet sind, so kommt

$$J = \begin{vmatrix} \mathfrak{A}_{11}u_1 + \mathfrak{A}_{12}u_2 + \mathfrak{A}_{13}u_3 & \mathfrak{A}_{21}u_1 + \mathfrak{A}_{22}u_2 + \mathfrak{A}_{23}u_3 & \mathfrak{A}_{31}u_1 + \mathfrak{A}_{32}u_2 + \mathfrak{A}_{33}u_3 \\ u_{11}u_1 + u_{12}u_2 + u_{13}u_3 & u_{21}u_1 + u_{22}u_2 + u_{23}u_3 & u_{31}u_1 + u_{32}u_2 + u_{33}u_3 \\ u_1 & u_2 & u_3 \end{vmatrix} \tag{3}$$

Durch Entwicklung nach der ersten Horizontalreihe und Anordnung

nach den $\mathfrak{A}_{\varkappa\lambda}$ erhält diese Gleichung die Form von (1) und liefert die $H_{\varkappa\lambda}$. Es ist für $\varkappa = 1, 2, 3$

$$\left.\begin{aligned} H_{11} &= u_1 \{ u_3 \Sigma u_{2\varkappa} u_\varkappa - u_2 \Sigma u_{3\varkappa} u_\varkappa \}, \\ 2 H_{23} &= u_3 \{ u_1 \Sigma u_{3\varkappa} u_\varkappa - u_3 \Sigma u_{1\varkappa} u_\varkappa \} \\ &\quad + u_2 \{ u_2 \Sigma u_{1\varkappa} u_\varkappa - u_1 \Sigma u_{2\varkappa} u_\varkappa \} \end{aligned}\right\} \qquad (4)$$

und analog die übrigen.

Die Gleichung $\mathfrak{J} = 0$ hat aber eine ganz einfache geometrische Bedeutung: Das gemeinschaftliche Tripel $P\,Q\,R$ von K und $\mathfrak{K}$ ist zugleich ein Tripel von $\mathfrak{A}$. Demnach haben alle Kegelschnitte des Netzes $(\mathfrak{A}, K, \mathfrak{K})$ dieses Tripel gemein und die Tripelkurve besteht aus den Verbindungsgeraden der Punkte des Tripels. J ist also eine ganze homogene Funktion dritten Grades der u_1, u_2, u_3, welche sich in drei Linearfaktoren auflösen lässt [1]).

VII.

Aus den gefundenen Werten der $H_{\varkappa\lambda}$ und den aus III sich ergebenden

$$\Pi_{\varkappa\lambda} = u_{1\varkappa\lambda} u_1 + u_{2\varkappa\lambda} u_2 + u_{3\varkappa\lambda} u_3 \qquad (1)$$

kann man die linke Seite von V, 5 direkt bilden.

$$J' = \Sigma H_{\varkappa\lambda} \Pi_{\varkappa\lambda} \qquad (2)$$

ergiebt sich aber auch, indem man in der Determinante dritten Grades, durch welche J in Gleichung VI, 3 dargestellt ist, die $\mathfrak{A}_{\varkappa\lambda}$ durch die $\Pi_{\varkappa\lambda}$ ersetzt, oder, was damit gleichbedeutend ist, indem man in der Determinante VI, 2 statt $\mathfrak{A}$ das Polynom Π einführt und nach vollzogenen Differentiationen an Stelle der x_1, x_2, x_3 überall die u_1, u_2, u_3 setzt. Man bekommt also statt

$$\frac{\partial \Pi}{\partial x_\varkappa} = \Pi_{\varkappa 1} x_1 + \Pi_{\varkappa 2} x_2 + \Pi_{\varkappa 3} x_3 \qquad (3)$$

den neuen Ausdruck

$$\Pi_{\varkappa 1} u_1 + \Pi_{\varkappa 2} u_2 + \Pi_{\varkappa 3} u_3, \qquad (4)$$

---

[1]) Werden u_1, u_2, u_3 als kartesische Koordinaten im Raume aufgefasst, so liefert die Gleichung $J = 0$ die drei Hauptebenen des Kegels zweiten Grades $\Sigma u_{\varkappa\lambda} u_\varkappa u_\lambda = 0$.

der aus $\frac{\partial \mathfrak{C}}{\partial x_\varkappa}$ entsteht, wenn x_1, x_2, x_3 durch u_1, u_2, u_3 ersetzt werden. Durch die nämliche Substitution erhält man also auch J' aus

$$\mathfrak{J}' = \begin{vmatrix} \frac{\partial \mathfrak{C}}{\partial x_1} & \frac{\partial \mathfrak{C}}{\partial x_2} & \frac{\partial \mathfrak{C}}{\partial x_3} \\ \frac{\partial K}{\partial x_1} & \frac{\partial K}{\partial x_2} & \frac{\partial K}{\partial x_3} \\ \frac{\partial \mathfrak{K}}{\partial x_1} & \frac{\partial \mathfrak{K}}{\partial x_2} & \frac{\partial \mathfrak{K}}{\partial x_3} \end{vmatrix} \tag{5}$$

$\mathfrak{J}' = 0$ ist die Jacobiana, gebildet aus der Kurve dritten Grades $\mathfrak{C}$ und den beiden Kegelschnitten K und $\mathfrak{K}$. Sie ist vom vierten Grade und besteht aus denjenigen Punkten $\mathfrak{P}$, für welche sich die beiden Polaren nach K und $\mathfrak{K}$ auf der zweiten Polaren nach $\mathfrak{C}$ schneiden[1]). Die Kurve geht durch die Ecken des gemeinschaftlichen Tripels von K und $\mathfrak{K}$ und sie enthält ausserdem die Punkte, in denen eine Seite des Tripels von der ersten Polaren der gegenüberliegenden Ecke rücksichtlich der Kurve $\mathfrak{C}$ geschnitten wird.

Man kann in $\mathfrak{J}'$ die Elemente der letzten Horizontalreihe durch $\frac{\partial G}{\partial x_1}, \frac{\partial G}{\partial x_2}, \frac{\partial G}{\partial x_3}$ ersetzen, ohne dass der Wert von $\mathfrak{J}'$ geändert wird. Die Gleichung

$$\mathfrak{J}_1' = \begin{vmatrix} \frac{\partial \mathfrak{C}}{\partial x_1} & \frac{\partial \mathfrak{C}}{\partial x_2} & \frac{\partial \mathfrak{C}}{\partial x_3} \\ \frac{\partial K}{\partial x_1} & \frac{\partial K}{\partial x_2} & \frac{\partial K}{\partial x_3} \\ \frac{\partial G}{\partial x_1} & \frac{\partial G}{\partial x_2} & \frac{\partial G}{\partial x_3} \end{vmatrix} = 0 \tag{6}$$

stellt dann eine Kurve dritten Grades dar. Sie ist das Erzeugnis des zu den Punkten der Punktreihe G gehörigen Strahlbüschels von Polaren nach K und des dazu projektiven Kegelschnittbüschels erster Polaren dieser Punkte nach $\mathfrak{C}$. Die damit erreichte Vereinfachung ist aber nur eine scheinbare, weil jetzt die u_1, u_2, u_3 explicite in $\mathfrak{J}_1'$ auftreten.

---

[1]) Cremona, Introduzione ad una Teoria geometrica delle Curve piane (N° 93, pag. 72).

Dass an J und J', wie sie im Vorhergehenden aus $\mathfrak{J}$ und $\mathfrak{J}'$ bestimmt wurden, keine dem eigentlichen Probleme fremden Faktoren zu entfernen sind, um in

$$J' = 2\,J \tag{7}$$

die für u charakteristische partielle Differentialgleichung dritter Ordnung in der reduziertesten Form zu erhalten, erkennt man an der Durchführung eines speziellen Falles. Man kann als solchen den auch schon von Cayley-Salmon (l. c. pag. 279) behandelten wählen, wo

$$u = X_1 + X_2 + X_3 \tag{8}$$

und $X_\varkappa$ eine Funktion von $x_\varkappa$ allein ist. Man findet das von Bouquet zuerst abgeleitete Resultat wieder.

Ein anderer ausgezeichneter Spezialfall ist derjenige, in welchem

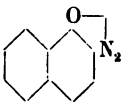
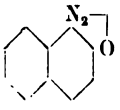
$$u\,(x_1, x_2, x_3) = \varrho$$

ein System von Kegeln mit gemeinschaftlicher Spitze repräsentiert. Wählt man dieselbe im Anfangspunkte der Koordinaten, so muss u eine homogene Funktion nullten Grades in x_1, x_2, x_3 sein; die partielle Differentialgleichung (7) ist unter dieser Bedingung identisch erfüllt.

Ueber die Naphtalendiazooxyde $C_{10}H_6\langle{}^{N_2}_{O}\rangle$.

Von

Eugen Bamberger und **Marie Baum.**

Das 2,1-Naphtalendiazooxyd  ist in einer früheren Mitteilung [1]) beschrieben worden; das Isomere von der Formel  von Bamberger und Schlein schon vor einer Reihe von Jahren [2]) entdeckt, bildet den Gegenstand der nachfolgenden Zeilen.

Man erhält dasselbe durch Oxydation von α-Naphtalindiazotat mit alkalischem Ferridcyankalium neben α-Diazonaphtalinsäure und andern Substanzen, unter welchen sich α Naphtylamin und wahrscheinlich auch α-Azonaphtalin sowie α-Naphtylferrocyanwasserstoffsäure befinden [3]):

$$C_{10}H_7 \cdot N_2OH + O = C_{10}H_6\langle{}^{N_2}_{O}\rangle + H_2O$$

1,2-Naphtalendiazooxyd.

$$C_{10}H_7 \cdot N_2OH + O = C_{10}H_7 \cdot NH \cdot NO_2.$$

α-Diazonaphtalinsäure.

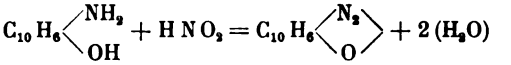
In sehr geringer Menge lässt es sich ferner bei der Diazotie-

[1]) Diese Zeitschr. XLII (1897), 136.

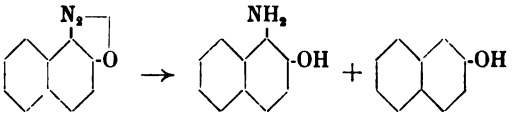
[2]) Bericht d. Deutch. chem. Gesellsch. **27** (1894), 683.

[3]) Vgl. Schlein „Ueber das Verhalten des α-Diazonaphtalins gegen Ferridcyankalium", Leipzig, 1894. Die α-Diazonaphtalinsäure ist gelb, während alle übrigen bisher dargestellten Alphylnitramine (soweit sie nicht chromophore Atomgruppen enthalten) farblos sind.

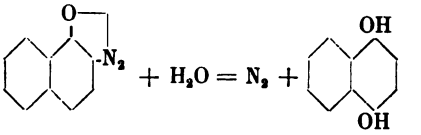
rung des 1,2-Aminonaphtols neben dem als Hauptprodukt entstehenden β-Naphtochinon isolieren:



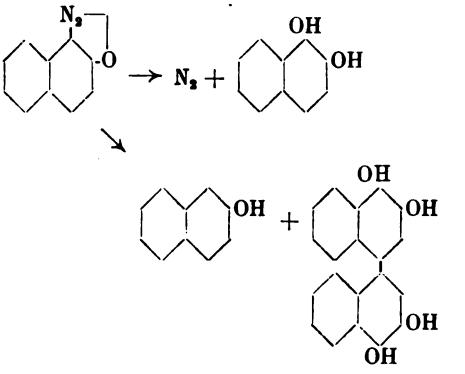
Reduktionsmittel verwandeln das 1,2-Naphtalendiazooxyd wieder in dieses Aminonaphtol zurück, welchem sich — wenn die Reaktionsenergie nicht durch geeignete Mittel gemässigt wird — β-Naphtol beimengt:



Während sich das früher beschriebene 2,1-Naphtalendiazooxyd gegen erhitzte Schwefelsäure insofern abnorm verhält, als es durch dieselbe nicht in Ortho-, sondern in Paranaphtohydrochinon verwandelt [1]) wird:

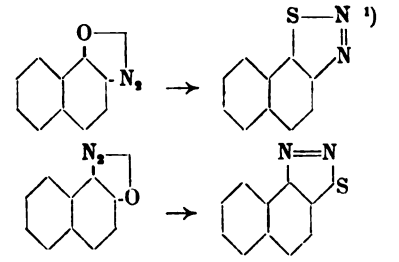


erzeugt 1,2-Naphtalendiazooxyd bei analoger Behandlungsweise das zu erwartende Reaktionsprodukt: Orthonaphtohydrochinon, welches — beiläufig bemerkt — bei dieser Gelegenheit zum ersten Mal in reinem Zustand kennen gelernt wurde; bei der genannten Umsetzung wird es von geringen Mengen β-Naphtol und β-Dinaphtyldihydrochinon begleitet:



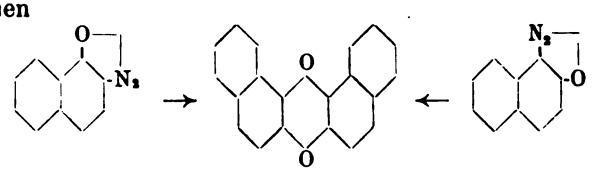
[1]) Diese Zeitschr. loc. cit. p. 145.

Im Verhalten gegen Phosphorpentasulfid stimmen die isomeren Naphtalendiazooxyde überein; jedes von ihnen wandelt sich in das entsprechende Diazosulfid um:



Damit ist ein experimentell nachweisbarer Zusammenhang zwischen den Diazooxyden und den besonders von Jacobson und seinen Schülern genau untersuchten Diazosulfiden[2]) hergestellt.

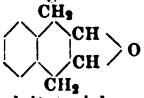
Erhitzt man die in einem indifferenten Medium von genügend hohem Siedepunkt (z. B. Xylol) aufgelösten Naphtalendiazooxyde, so entsteht aus beiden Isomeren unter Elimination des gesamten Stickstoffgehalts ein und derselbe Körper von der der Formel ($C_{10}H_6O$) entsprechenden prozentualen Zusammensetzung; wie seine physikalischen Eigenschaften voraussehen liessen und wie ebullioskopische Messungen direkt bewiesen, entspricht die Molekulargrösse dieser Substanz dem Symbol $C_{20}H_{12}O_2$. Ihre Entstehung kann durch die Zeichen



wiedergegeben werden. Wir nennen sie Bis-1,2-Naphtalenoxyd. Die Thatsache, dass sie und nicht das Naphtalenoxyd $C_{10}H_6O$ in beiden Fällen entsteht, spricht für die Richtigkeit[3]) des (offen-

[1]) Diese Zeitschr. XLII (1897) p. 141.

[2]) Liebigs Ann. **277**, 209.

[3]) Das von mir und Lodter vor längerer Zeit in Liebigs Ann. **288**, 89 beschriebene Tetrahydronaphtalenoxyd  steht durchaus nicht im Widerspruch mit Kekulés Satz, denn es leitet sich von einem hydrierten Sechsring ab, in welchem offenbar ganz andere Spannungsverhältnisse herrschen als im nichthydrierten. Diese Bemerkung gilt auch für die später von Zincke dargestellten cyklischen Oxyde, deren Typus dem Bamberger-Lodter'schen entspricht.

Bamberger.

bar auf sterische Ursachen zurückzuführenden) „Kekulé'schen Satzes."

Der Uebergang der Naphtalendiazooxyde in Bis-Naphtalenoxyd, dessen Typus[1]) unseres Wissens neu ist, ist das Seitenstück zu der von Jacobson[2]) bewirkten Umwandlung der Diazosulfide in Dialphylensulfide:

$$2 \cdot (C_6H_4\langle{}^{N}_{S}\rangle N) = 2\,(N_2) + C_6H_4\langle{}^{S}_{S}\rangle C_6H_4$$

Experimenteller Teil.

Darstellung[3]) *und Eigenschaften des 1,2-Naphtalendiazooxyds.*

5 gr[4]) ganz reines α-Naphtylamin werden in einer Reibschale geschmolzen und unter stetigem Rühren mit 22,5 gr konzentrierter Salzsäure versetzt. Der sich alsbald bildende schlagrahmartige Brei wird nach Hinzufügung einiger Eisstückchen auf -5^0 abgekühlt, und zwischen dieser Temperatur und 0^0 mit einer Lösung von 2,4 gr Natriumnitrit in 30 cm^3 Wasser diazotiert. Auch wenn man dieser Vorschrift genau folgt und das Nitrit sehr langsam hinzufügt, erzielt man niemals eine vollständig klare Lösung. Die daher stets zu filtrierende, hellrot gefärbte Flüssigkeit lässt man nun in dünnem Strahl und unter fleissigem Rühren in das Oxydationsgemisch einlaufen, das kurz zuvor aus 50 gr Ferrid-

---

[1]) Ueber vergebliche Versuche zur Darstellung des Phenylenoxyds s. Vaubel, J. pr. Ch. **46**, 51.

[2]) Liebigs Ann. **277**, 215.

[3]) In die in der Schlein'schen Dissertation (s. obige Fussnote) mitgeteilte Vorschrift zur Darstellung des 1,2-Naphtalendiazooxyds hat sich ein Schreib- oder Druckfehler eingeschlichen, welcher — obwohl vermutlich nur eine einzelne Zahlenangabe betreffend — die p. 9 der Dissertation empfohlene Vorschrift wertlos macht. Wir überzeugten uns durch Dutzende von Versuchen, dass dieselbe nur minimale Ausbeuten an Diazooxyd liefert, während die von Herrn Schlein thatsächlich stets befolgte Vorschrift ausnahmslos etwa 15 Prozent ergab. Frl. Baum unterzog sich schliesslich der Mühe, eine neue Anweisung auszuarbeiten; die Frucht dieser Bemühung ist die im Text angegebene Methode. Will man auf sicheren Erfolg rechnen, so sind sämtliche Vorsichtsmassregeln peinlich zu beachten.

[4]) Man kann ohne Beeinträchtigung der Ausbeute 10 gr auf einmal verarbeiten.

cyankalium, 22,5 gr Kaliumhydroxyd und 150 gr Wasser hergestellt wurde; während der ganzen Dauer der Operation bleibe die Temperatur zwischen -4^0 und -6^0. Das Volumen der vereinigten Lösungen soll 400 ccm betragen. Bei Beobachtung dieser Kautelen tritt Schaumbildung erst zum Schluss und auch dann nur in geringem Masse ein.

Nachdem die Flüssigkeit 16—18 Stunden einer Temperatur von 0° überlassen ist, enthält sie kein normales Diazotat mehr, in der Regel aber Isodiazotat. Gleichwohl filtriere man nach dieser Zeit von dem nur spärlich auskrystallisierten Ferro- und Ferricyanid und den sie begleitenden, dunkelbraunen Harzmassen, damit sich dem Niederschlag kein Naphtalendiazooxyd beimenge; dasselbe fällt schon nach kurzem Stehen aus der filtrierten Lösung in wasserhellen, bernsteingelben, kompakten Prismen aus, welche — wie der Schmelzpunkt zeigt — keiner weiteren Reinigung bedürfen. In der Regel ist die Abscheidung nach 24—48 Stunden beendet. Ausbeute 10—14 Prozent des Naphtylamins.

Aus dem Filtrat fällt bei niederer Temperatur reine α-Diazonaphtalinsäure $C_{10}H_7 \cdot NH \cdot NO_2$ vom Schmelzpunkt 123°—124° als gelbes, glänzend krystallinisches Pulver auf Zusatz von Essigsäure aus. (1—1,3 gr.)

Langsam abgeschieden, bildet das 1,2-Naphtalendiazooxyd prächtig ausgebildete, gelbe Prismen, deren Farbennuance von der Dicke der Krystalle abhängt. Wir haben alle möglichen Abstufungen — vom hellen Weingelb bis zu tiefem Gelbbraun — unter Händen gehabt. Der Güte des Herrn Prof. Grubenmann verdanken wir folgende krystallographische Angaben:

„System: rhombisch.

(001) (111) nach den Axen ă und b̄ als Diagonalen gerade auslöschend; 11 ă gelbbraun, 11 b̄ braun, dunkel."

1,2-Naphtalendiazooxyd schmilzt bei 94,5—95° und löst sich in den üblichen organischen Solventien sehr leicht, nur in kaltem Ligroin schwierig. Letzteres oder verdünnter Alkohol eignen sich zum Umkrystallisieren. Wasser nimmt es nur unbedeutend auf. Aus erkaltendem Ligroin scheidet es sich in der Regel als harziges Oel ab, welches indess sehr rasch zu vollständig reinen, prachtvollen Krystallen erstarrt.

Es ist auffallend lichtempfindlich, nicht nur in festem, sondern auch in gelöstem Zustand. Man lasse es daher stets an einem dunkeln Ort krystallisieren.

I 0,243 gr — 0,6263 gr CO_2 — 0,7650 gr H_2O
II 0,1057 gr — 0,2732 gr CO_2 — 0,342 gr H_2O
III 0,1124 gr — 16,3 cm^3 N — 11° — 721 mm

Ber.: für $C_{10}H_6N_2O$	Gef.: I	II	III
C = 70,58 %	70,29	70,5	—
H = 3,53 %	3,5	3,6	—
N = 16,48 %	—	—	16,4

Das chemische Verhalten des 1,2-Naphtalendiazooxyds entspricht der für das Isomere bei früherer Gelegenheit (D. Zeitschr. **42**, 137, 1897) gegebenen Beschreibung so genau, dass es genügt, auf diese zu verweisen. Also auch hier gilt, dass die bisher bekannten Diazooxyde den Charakter echter Diazoverbindungen in viel stärker ausgesprochenem Grade zeigen wie diejenigen des Naphtalins.

Ueberführung von 1,2-Aminonaphtol in 1,2-Naphtalendiazooxyd.

1,2-Aminonaphtol wird nach den Beobachtungen von Grandmougin und Michel [1]) durch salpetrige Säure „und zwar anscheinend ebenso glatt wie durch Oxydationsmittel" in β-Naphtochinon übergeführt. Dieser Angabe ist als Ergänzung hinzuzufügen, dass neben dem letzteren auch — freilich nur in äusserst geringer Menge — 1,2-Naphtalendiazooxyd erzeugt wird:

6 gr Aminonaphtol werden mit 20 cm^3 einer 19prozentigen Salzsäure übergossen und mit einer mässig konzentrierten Lösung von 2,1 gr Natriumnitrit in einer Kältemischung diazotiert. Wenige Minuten nach beendeter Operation schieden sich reichliche Mengen β-Naphtochinon aus (3,7 gr). Das Filtrat desselben wurde in 30 cm^3 gekühlter, 30prozentiger Natronlauge gegossen — es färbt sich dabei sofort dunkelgrün — und sehr oft mit niedrig siedendem Petroläther ausgeschüttelt. Der gelbe Extrakt setzte, nachdem er unter Lichtabschluss durch Destillation vom grössten Teil des Lösungsmittels befreit und der letzte Rest desselben freiwillig ver-

[1]) Ber. d. Deutsch. chem. Gesellsch. **25**, 983.

dunstet war, das Naphtalendiazooxyd in gelben, eisblumenartig verwachsenen Nadeln ab, welche einmal aus hochsiedendem Ligroin umkrystallisiert alle dem reinen Präparat zukommenden Eigenschaften zeigten.

Dass das Oxyd seine Entstehung nicht der Wirkung der vor der Extraktion hinzugefügten Lauge verdankt, beweist ein weiterer Versuch, bei welchem die diazotierte Lösung ohne weiteres, also bei Gegenwart der überschüssig vorhandenen Salzsäure, mit Petroläther ausgeschüttelt wurde; auch aus diesem Extrakt liess sich (neben β-Naphtochinon) das Diazooxyd in reinem Zustand isolieren.

0,068 gr — 10,2 cm³ N — 15° — 720 mm.

Ber.: für $C_{10}H_6N_2O$	Gef.:
N = 16,48 %	16,5 %

Die

Reduktion des 1,2-Naphtalendiazooxyds [1]) *zu 1,2-Aminonaphtol*

vollzog sich rasch, als 2 gr Diazooxyd in eine durch etwas Zinn geklärte, warme Lösung von 10 gr Zinnsalz in konzentrierter Salzsäure eingetragen wurden. Die anfangs grüne Flüssigkeit entfärbt sich sehr bald und setzt beim Erkalten farblose, glänzende, bei 121° schmelzende Blättchen — reines β-Naphtol — ab, aus dessen Filtrat auf Zusatz von rauchender Salzsäure nach kurzem Stehen weisse, in heissem Wasser leicht lösliche Nadeln auskrystallisieren, welche alle Eigenschaften des Chlorhydrats vom 1-Amino-2-Naphtol zeigen. Es wurde nicht nur als solches, sondern auch durch Ueberführung in β-Naphtochinon und dieses schliesslich noch in Form seines sehr charakteristischen Anilidoderivats [2]) identifiziert.

Die Entstehung des β-Naphtols ist die Folge zu weitgehender Reduktion; sie lässt sich daher vermeiden, wenn man von Anfang an für gute Kühlung Sorge trägt.

Einwirkung von Schwefelsäure auf 1,2-Naphtalendiazooxyd. Naphto-1,2-hydrochinon.

0,5 gr Diazooxyd wurden so lange mit 40 cm³ verdünnter Schwefelsäure (1 : 2 Vol) unter Rückfluss gekocht, bis die anfangs heftige Stickstoffentwicklung ganz aufgehört hatte, was nach etwa

[1]) Nach Versuchen von Herrn Schlein, Dissert. p. 18.

[2]) Lieb. Ann. **211**, 75. Es schmilzt — beiläufig bemerkt — unter Zersetzung bei 245—250°.

anderthalb Stunden der Fall war. Die ursprünglich gelbe Lösung entfärbt sich im Verlauf der Zersetzung und scheidet schliesslich, noch während sie erhitzt wird, einen weissen, mit grauen Partikeln verunreinigten Krystallbrei aus. Das in ziemlich geringer Menge erzeugte β-Naphtol beseitigt man durch einen Dampfstrom; es wird dem Destillat durch Aether entzogen und ist nach ein- bis zweimaliger Krystallisation aus kochendem Wasser rein (Schmpkt. 121°; Schmelzpkt. des daraus dargestellten Phenylazonaphtols 131—132°).

Der Kolbenrückstand besteht aus einer gelben Flüssigkeit, welche — nachdem sie kochend von geringen Harzmengen abfiltriert ist — beim Erkalten in reichlicher Menge weisse Flocken vom unscharfen Schmelzpunkt 187—190° absetzt; da man in denselben Dinaphtyldihydrochinon vermutete, so wurden sie mit Natriumacetat und Essigsäureanhydrid gekocht. Das Acetylprodukt bildet weisse, seideglänzende Nadeln vom konstanten Schmelzpunkt 165 bis 166°, welche sich in jeder Beziehung identisch erwiesen mit dem von Korn [1]) beschriebenen und vergleichshalber von uns dargestellten Tetracetyl-β-Dinaphtyldihydrochinon.

Der Aetherextrakt der vom Dinaphtyldihydrochinon abfiltrierten Lösung hinterliess einen reichlichen, braun gefärbten, stark zum Niessen reizenden Rückstand, welcher aus erkaltendem Ligroin in rein weissen, zu Rosetten gruppierten Nadeln anschoss. Diese stickstoffreien Krystalle üben (namentlich beim Erwärmen der Lösung) eine heftige Reizwirkung auf Haut und Augen aus, schmelzen bei 102,5° und lösen sich in Alkalien mit rein gelber, an der Luft allmählich braun werdender Farbe. Da die heisse, wässrige Lösung derselben auf Zusatz von Ferrichlorid einen aus prächtig orangegelben Nadeln von reinem β-Naphtochinon bestehenden Krystallbrei [2]) lieferte, konnte die Substanz vom Schmelzpunkt 102,5° nichts anderes als β-Naphtohydrochinon sein — eine Schlussfolgerung, welche durch die Analyse [3]) bestätigt wurde:

[1]) Ber. d. Deutsch. chem. Ges. **17**, 3025. Die Substanz schmilzt ohne Zersetzung.

[2]) Zuerst scheidet sich etwas Harz ab, von dem man schnell heiss abfiltriert.

[3]) Eine Wiederholung der Analyse, die durch einen kleinen Fehler bei der C-Bestimmung entstellt ist, wurde unterlassen, da die Identität mit dem auf anderem Wege dargestellten Naphtohydrochinon in unanfechtbarer Weise festgestellt wurde.

0,1399 gr — 0,3789 gr CO_2 — 0,0630 gr H_2O

Ber.: für $C_{10}H_6(OH)_2$	Gef.:
C = 75,00	73,90
H = 5,00	5,00

Nun stimmen aber die Angaben von Liebermann und Jacobson[1]) über β-Naphtohydrochinon so mangelhaft mit den Eigenschaften des von uns aus Naphtalendiazooxyd erhaltenen Körpers überein — nach L. und J. „schmilzt die reine Substanz bei etwa 60°", ferner färbt sich nach ihnen die gelbe alkalische Lösung „bei Luftzutritt intensiv grün" — dass ein direkter Vergleich beider Präparate zur Entscheidung der Identitätsfrage unerlässlich war.

Den Angaben von L. und J. folgend, trugen wir in eine (bei gewöhnlicher Temperatur gesättigte) Lösung von schwefliger Säure frisch bereitetes, noch filterfeuchtes β-Naphtochinon ein; es löste sich leicht unter Hinterlassung geringer Harzmengen auf, von welchen möglichst rasch filtriert wurde, denn es begann bereits die Abscheidung der silberglänzenden, heftig zum Niessen reizenden Hydronaphtochinonschüppchen. Sie schmolzen unscharf bei etwa 57°; ein- oder zweimaliges Umkrystallisieren aus Ligroin genügte jedoch, um den Schmelzpunkt auf die konstant bleibende Höhe von 102,5°, d. h. auf die von uns bei dem Diazooxyd-Präparat beobachtete Temperatur zu bringen. Die so gereinigte Substanz gab eine gelbe, alkalische Lösung, welche sich an der Luft nicht grün, sondern olivbraun färbte, — ganz, wie wir es zuvor an unserm Produkt beobachtet hatten. Die zum Ueberfluss ausgeführte Analyse ergab Folgendes:

0,1388 gr — 0,3812 gr CO_2 — 0,0643 gr H_2O

Ber.: für $C_{10}H_6(OH)_2$	Gef.:
C = 75,00	74,90
H = 5,06	5,14

Die irrtümlichen Angaben von L. und J. sind wohl darauf zurückzuführen, dass ihre für rein gehaltenen Proben noch mit Dinaphtyldihydrochinon verunreinigt waren. Letzteres erhielten auch wir und zwar in überwiegender Menge, als zur Reduktion des Naphtochinons eine verdünntere Lösung von schwefliger Säure

[1]) Lieb. Ann. **211**, 58.

verwendet wurde [1]). Das hochschmelzende Reaktionsprodukt wurde in Form des schon erwähnten, bei 165—166° schmelzenden Tetracetylderivats identifiziert; seine alkalische Lösung zeigte bei Luftzutritt die von L. und J. für Naphtohydrochinon angegebene Grünfärbung.

Obige zwei, nach verschiedenen Methoden bereiteten Naphtohydrochinone haben wir zum Zweck weiterer Identifizierung noch mittels Acetanhydrid und essigsaurem Natrium behandelt. Aus beiden entstand das nämliche, konstant bei 108° schmelzende Acetylprodukt; Korn giebt 104—106° an.

1,2-Naphtalendiazooxyd und Phosphorpentasulfid.

1,2 Naphtalendiazosulfid $C_{10}H_6\langle{}^{N}_{S}\rangle{}^{N}$

Die in der Ueberschrift genannten Körper wirken in unverdünntem Zustand beim Erwärmen mit explosionsartiger Vehemenz auf einander ein; man kann derselben indess durch Zusatz eines indifferenten Mittels - Seesand oder noch zweckmässiger Benzol — wirksam begegnen. Da die Trennung des Reaktionsprodukts von gleichzeitig entstehendem Schwefel nicht ohne Verluste durchführbar ist, lässt die Ausbeute an reinem Diazosulfid zu wünschen übrig:

Ein Gemisch von 1 gr Naphtalendiazooxyd, 1,6 gr frisch bereitetem Phosphorpentasulfid und 6 cm^3 trockenem Benzol wird auf dem Wasserbad langsam erwärmt; bei etwa 25° beginnt sich Stickstoff zu entwickeln und das Gemenge nimmt eine dunklere Farbe an. Man erhöht nun die Temperatur sehr allmählich bis zum Siedepunkt des Benzols; alsdann ist die Gasabscheidung zur Hauptsache beendet und der blasig aufgetriebene Kolbeninhalt ganz dunkel, fast schwarz gefärbt. Nachdem das Benzol auf kochendem Wasserbad entfernt ist, entzieht man der Reaktionsmasse das Naphtalendiazosulfid durch überhitzten[2]) Wasserdampf (Temperatur

[1]) Das Naphtochinon löste sich bis auf wenig Harz auf; als in das Filtrat längere Zeit Schwefeldioxyd eingeleitet wurde, schieden sich gelbbraune, unscharf gegen 190 schmelzende Flocken ab, welche beim Acetylieren das Korn'sche Tetracetyldinaphtyldihydrochinon vom Schmelzpunkt 165—166° lieferten.

[2]) Das Diazosulfid verflüchtigt sich auch mit ungespanntem Dampf — aber sehr viel langsamer als mit überhitztem.

des Oelbads 130—150°); es sammelt sich, mit Schwefel verunreinigt, im Kühler und Kondensat in Form krystallinischer, gelblich weisser Flocken.

Zur Entfernung des Schwefels wird dieses Rohprodukt (im Gewicht von 0,5 gr) mit warmem Aether extrahiert, welcher die Hauptmenge des ersteren zurücklässt; die in den Aether mitübergehenden Anteile werden durch halbstündiges Kochen mit einer Natriumsulfitlösung (8 gr in 40 gr Wasser), dem man noch eine viertelstündige Behandlung mit (40 cm^3) siedender normaler Natronlauge folgen lässt, beseitigt. Der Schwefel ist damit so gründlich entfernt, dass eine sich nun anschliessende (eventuell zu wiederholende) Krystallisation aus kochendem Alkohol genügt, um das Naphtalendiazosulfid in analysenreinen Zustand überzuführen.

Es bildet atlasglänzende, weisse, bei 68,5° schmelzende Nadeln von starkem Lichtbrechungsvermögen, welche sich in Ligroin und Alkohol in der Hitze leicht, in der Kälte sehr viel weniger lösen. Aether nimmt es schon bei gewöhnlicher Temperatur sehr reichlich, Wasser äusserst schwierig auf.

Es ist, wie das früher beschriebene Isomere, von indifferentem chemischem Charakter.

Kryoskopische Moleculargewichtsbestimmungen (Benzol[1]) und Analysen.

Subst.	Lös.-Mittel	Erniedrigung	Conc. in %	M		
0.1407	16,82	0,234°	0,8365	174		
0.2544	16,82	0,401°	1.5124	188		
0.3500	16,82	0,555°	2,0809	187	Ber.:	Gef. (im Mittel):
0.1133	11,62	0,273°	0.9750	178,5	M = 186	183,6
0.2221	11,62	0,515°	1,9114	185,5		
0.3470	11.62	0,792°	2,9861	188.5		

I 0,1540 gr — 0,3621 gr CO_2 — 0,0433 gr H_2O
II 0,1351 gr — 0,3196 gr CO_2 — 0,0388 gr H_2O
III 0,0938 gr — 12,45 cm^3 N — 13,5° — 734 mm Hg von 0°
IV 0,1490 gr — 0,1830 gr $BaSO_4$ — 0.02513 S

[1]) Konstante = 50.

Ber. für $C_{10}H_6N_2S$	Gef.:			
	I	II	III	IV
C = 64,52	64,13	64,52	—	—
H = 3,22	3,12	3,19	—	—
N = 15,05	—	—	15,08	—
S = 17,20	—	—	—	16,87

Entstickstoffung der Naphtalendiazooxyde.

Bis-Naphtalenoxyd $C_{10}H_6 \langle {O \atop O} \rangle C_{10}H_6$

Eine Lösung von 4 gr des früher[1]) beschriebenen 2,1-Naphtalendiazooxyds in 30—40 cm³ Xylol wurde bis zur Beendigung der anfangs lebhaften Stickstoffentwicklung, d. h. etwa 3—4 Stunden im Sieden erhalten. Beim Abkühlen scheiden sich kleine, aus Krystallwärzchen gruppenförmig zusammengesetzte Aggregate aus, von welchen weitere Mengen durch Einengen des Xylolfiltrats zu erhalten sind. Durch Umkrystallisieren aus siedendem Toluol oder noch zweckmässiger Chloroform — nötigenfalls unter Anwendung von Tierkohle — ist das Bis-Naphtalenoxyd unschwer zu reinigen.

Es bildet — aus erkaltendem Chloroform krystallisiert — glänzende, flache, weisse Nadeln, welche rasch erhitzt bei 256° schmelzen und sich in Alkohol und Aether nur wenig, schwierig in Benzol, leichter in siedendem Toluol, Xylol und besonders Chloroform lösen. Sie sind von indifferentem chemischen Charakter.

Ebullioskopische Molecular gewichtsbestimmungen (nach Landsberger in Benzol[2]) und Analysen.

Subst.	Lös.-Mittel	Erhöhung	Conc. in %	M		
0,1473	13,890	0,110°	1,0583	251,1		
0,2840	22,916	0,125°	1,2393	258,7	Ber.:	Gef.:[3])
0,1096	14,3504	0,0825°	0,7637	247,2	M = 284	257,8
0,1760	14,95	0,115°	1,177	273,0		

0,2029 gr — 0,6229 gr CO_2 — 0,0772 gr H_2O

Ber. für $C_{20}H_{12}O_2$	Gef.:
C = 84,51	83,73
H = 4,22	4,22

[1]) Diese Zeitschr. **42** (1897) 137.

[2]) Konstante = 26,1.

[3]) Der Kohlenstoffgehalt ist etwas zu niedrig, weil das Präparat — obwohl konstant schmelzend — Spuren einer stickstoffhaltigen Beimengung enthielt, welche sich qualitativ nicht, wohl aber nach Dumas' Methode nachweisen liessen. 0,1 gr Substanz lieferten schätzungsweise 0,4 cm³ Stickstoffgas.

Das 1,2-Naphtalendiazooxyd (Schmelzpunkt 94,5—95°) verhält sich in kochender Xylollösung seinem Isomeren so ähnlich, dass eine besondere Beschreibung unterbleiben kann. Das Reaktionsprodukt — durch Krystallisation aus siedendem Toluol, dann aus siedendem Chloroform gereinigt — erwies sich durch Krystallhabitus, Löslichkeitsverhältnisse, Schmelzpunkt etc. identisch mit dem zuvor beschriebenen Bis-Naphtalenoxyd. Analysen waren unnötig.

Zürich. Analyt.-chem. Laborat. des eidg. Polytechnikums.

Über die Principien der Variationsrechnung und die geodätischen Linien des n-dimensionalen Rotationsellipsoides.

Von

Ferdinand Rudio.

Die vorliegende Arbeit, mit der ich mich Ostern 1881 am eidgenössischen Polytechnikum habilitierte, verdankt ihre Entstehung einer Anregung von Weierstrass, der mich dazu veranlasst hatte, seine von ihm zum ersten Male im Sommer 1879 vorgetragenen neuen Grundlagen der Variationsrechnung auf n Dimensionen zu verallgemeinern und auf ein specielles n-dimensionales Problem anzuwenden. Dementsprechend enthalten die folgenden Zeilen, in denen ich das Original etwas gekürzt wiedergebe, zunächst eine Übersicht über den theoretischen Teil der genannten Weierstrass'schen Vorlesung, sodann die Verallgemeinerung auf n Dimensionen und endlich die Anwendung auf die geodätischen Linien des n-dimensionalen Rotationsellipsoides.

I.

Damit das Integral

$$J = \int_{t'}^{t''} F(x, y, x', y')\, dt \tag{1}$$

zu einem Extremum (Maximum oder Minimum) werde, muss zunächst die erste Variation, die sich in der Form

$$\delta J = \int_{t'}^{t''} \left\{ \left(\frac{\partial F}{\partial x} - \frac{d}{dt} \frac{\partial F}{\partial x'} \right) \xi + \left(\frac{\partial F}{\partial y} - \frac{d}{dt} \frac{\partial F}{\partial y'} \right) \eta \right\} dt + \left[\xi \frac{\partial F}{\partial x'} + \eta \frac{\partial F}{\partial y'} \right]_{t'}^{t''} \tag{2}$$

darstellen lässt, verschwinden. Dabei bedeuten x, y Funktionen

der unabhängigen Variabeln t und x', y' ihre Ableitungen; ξ, η sind die Variationen von x, y. Für x und y ergeben sich die Differentialgleichungen

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt}\frac{\partial F}{\partial x'} - \frac{\partial F}{\partial x} &= 0, \\ \frac{d}{dt}\frac{\partial F}{\partial y'} - \frac{\partial F}{\partial y} &= 0, \end{aligned} \tag{3}$$

aus denen man die Kurve $x = \varphi(t, \alpha, \beta)$, $y = \psi(t, \alpha, \beta)$ erhält, längs der das vorgelegte Integral zu einem Extremum werden soll.

Eine weitere Bedingung für die Existenz eines Extremums ist die, dass die zweite Variation ihr Zeichen nicht ändere. Diese Bedingung führt dazu, dass die Funktion F_1, die durch jede der drei Gleichungen

$$\frac{\partial^2 F}{\partial x'^2} = y'^2 F_1, \quad \frac{\partial^2 F}{\partial x' \partial y'} = -x' y' F_1, \quad \frac{\partial^2 F}{\partial y'^2} = x'^2 F_1 \tag{4}$$

definiert werden kann, längs der Kurve $x = \varphi(t)$, $y = \psi(t)$ ihr Zeichen nicht wechseln darf.

Als dritte Bedingung endlich ergiebt sich, ebenfalls aus der zweiten Variation, der Jacobi'sche Satz, dass der Kurve $x = \varphi(t)$, $y = \psi(t)$ die Eigenschaft des Extremums nur zwischen zwei konjugierten Punkten zukommt.

Zum Beweise dafür, dass diese drei notwendigen Bedingungen auch hinreichend seien, führte Weierstrass in jener Vorlesung vom Sommer 1879 zum ersten Male eine eigentümliche Funktion ein, die neben ihrer Bedeutung für den in Rede stehenden Beweis auch noch dadurch von Interesse ist, dass sie die Bedingung, F_1 solle längs der gefundenen Kurve sein Zeichen nicht ändern, ohne Hülfe der zweiten Variation abzuleiten gestattet. Der Gang der Weierstrass'schen Untersuchung ist der folgende.

Für die Kurve $x = \varphi(t, \alpha, \beta)$, $y = \psi(t, \alpha, \beta)$ seien die notwendigen Bedingungen erfüllt. Man wähle einen beliebigen, durch $t = t_0$ ausgezeichneten Punkt 0 der Kurve als Ausgangspunkt und führe die folgenden Bezeichnungen ein:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \varphi}{\partial t} &= \varphi'(t), & \frac{\partial \varphi}{\partial \alpha} &= \varphi_1(t), & \frac{\partial \varphi}{\partial \beta} &= \varphi_2(t), \\ \frac{\partial \psi}{\partial t} &= \psi'(t), & \frac{\partial \psi}{\partial \alpha} &= \psi_1(t), & \frac{\partial \psi}{\partial \beta} &= \psi_2(t), \end{aligned} \tag{5}$$

$$\begin{vmatrix} \varphi'(t_o), & 0, & \varphi_1(t_o), & \varphi_2(t_o) \\ \psi'(t_o), & 0, & \psi_1(t_o), & \psi_2(t_o) \\ 0, & \varphi'(t), & \varphi_1(t), & \varphi_2(t) \\ 0, & \psi'(t), & \psi_1(t), & \psi_2(t) \end{vmatrix} = D(t_o, t). \qquad (6)$$

Dann kann man leicht zeigen, dass die Kurve $x = \varphi(t, \alpha, \beta)$, $y = \psi(t, \alpha, \beta)$ in einen Flächenstreifen von der Beschaffenheit eingehüllt werden kann, dass nach jedem seiner Punkte vom Punkte 0 aus eine und nur eine den Differentialgleichungen (3) genügende Kurve gezogen werden kann. Die Möglichkeit der Konstruktion dieses Flächenstreifens ist aber an die Bedingung geknüpft, dass $D(t_o, t)$ nicht verschwinde; mit der nächsten auf t_o folgenden Wurzel von $D(t_o, t) = 0$ hört sie auf. Der durch diese Wurzel, die wir mit t_1 bezeichnen wollen, bestimmte Punkt 1 der Kurve ist in dem Sinne des Jacobi'schen Kriteriums der zu dem Punkte 0 konjugierte Punkt.

Wir wählen nun auf der Kurve einen Punkt 1′ vor 1 (Fig. I), sodass sich in dem Intervalle 0 1′, die Grenze 1′ eingeschlossen, kein zu 0 konjugierter Punkt befindet, und ziehen von einem beliebigen, zwischen 0 und 1′ gelegenen Punkte 2 eine willkürliche Kurve 2 3. Der Punkt 3 werde so nahe bei 2 gewählt, dass die den Differentialgleichungen (3) genügende Kurve 0 3 ganz innerhalb des oben definierten Flächenstreifens liegt.

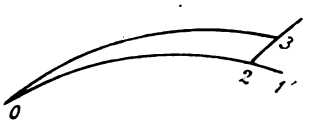


Fig. I.

Betrachen wir jetzt die Änderung, die das Integral J erleidet, wenn wir es über 0 3 und 3 2 statt über 0 2 erstrecken. Wir bezeichnen den Integrationsweg durch Indices und deuten durch einen horizontalen Strich über dem J an, dass das Integral über eine willkürliche, nicht den Differentialgleichungen genügende Kurve erstreckt werden soll. Die zu untersuchende Änderung ist dann durch $J_{03} + \overline{J}_{32} - J_{02}$ dargestellt. Bezeichnet man mit ξ_3 und η_3 die relativen Koordinaten von 3 gegen 2 und setzt $\frac{\partial F}{\partial x'} = F^{(1)}$, $\frac{\partial F}{\partial y'} = F^{(2)}$, so findet man:

$$J_{03} - J_{02} = F^{(1)}(x_2, y_2, x_2', y_2')\,\xi_3 + F^{(2)}(x_2, y_2, x_2', y_2')\,\eta_3 + \cdots \qquad (7)$$

Wegen der Homogeneität von F kann man x_2' und y_2' in $F^{(1)}$ und $F^{(2)}$ durch die Richtungskosinus p_2 und q_2 von 0 2 in 2 ersetzen. Bezeichnet man ferner mit $\bar{p}_2$ und $\bar{q}_2$ die Richtungskosinus von 3 2 in 2 und mit σ die Länge des Bogens 3 2, so erhält man wegen $\xi_3 = -\bar{p}_2\,\sigma + \cdots$ und $\eta_3 = -\bar{q}_2\,\sigma + \cdots$ für $J_{03} - J_{02}$ den Ausdruck:

$$J_{03} - J_{02} = -\{F^{(1)}(x_2, y_2, p_2, q_2)\,\bar{p}_2 + F^{(2)}(x_2, y_2, p_2, q_2)\,q_2\}\,\sigma + \cdots \quad (8)$$

Für $\bar{J}_{32}$ ergiebt sich, insofern man die Koordinaten der Punkte von 3 2 durch die zugehörige Bogenlänge σ' ausdrückt, der Wert:

$$\bar{J}_{32} = \int_0^{\sigma} F(x_{\sigma'}, y_{\sigma'}, x'_{\sigma'}, y'_{\sigma'})\,d\sigma'. \quad (9)$$

Entwickelt man nach σ' und integriert, so kommt:

$$\bar{J}_{32} = F(x_2, y_2, \bar{p}_2, \bar{q}_2)\,\sigma + \cdots, \quad (10)$$

woraus man mit Rücksicht auf die Homogeneität von F schliesslich erhält:

$$\bar{J}_{32} = \{F^{(1)}(x_2, y_2, \bar{p}_2, \bar{q}_2)\,\bar{p}_2 + F^{(2)}(x_2, y_2, p_2, \bar{q}_2)\,\bar{q}_2\}\,\sigma + \cdots \quad (11)$$

Nun definiert Weierstrass eine neue Funktion $E(x, y, p, q, \bar{p}, \bar{q})$ durch die Gleichung:

$$\begin{aligned} E(x, y, p, q, \bar{p}, \bar{q}) = {} & \{F^{(1)}(x, y, \bar{p}, \bar{q}) - F^{(1)}(x, y, p, q)\}\,\bar{p} \\ & + \{F^{(2)}(x, y, \bar{p}, \bar{q}) - F^{(2)}(x, y, p, q)\}\,\bar{q} \end{aligned} \quad (12)$$

Dadurch erhält man jetzt:

$$J_{03} + \bar{J}_{32} - J_{02} = E(x_2, y_2, p_2, q_2, \bar{p}_2, \bar{q}_2)\,\sigma + \cdots \quad (13)$$

Für den Fall eines Extremums ergiebt hieraus die Bedingung, dass längs der Kurve 0 1′ für jeden Punkt 2 und für jede beliebige Richtung $\bar{p}_2, \bar{q}_2$ die Funktion E ihr Zeichen nicht wechseln darf.

Die Funktion E steht in naher Beziehung zu der durch die Gleichungen (4) definierten Funktion F_1. Berücksichtigt man nämlich die bekannte Gleichung:

$$\begin{aligned} & f(p_1, q_1) - f(p_0, q_0) \\ = {} & \int_0^1 \{f^{(1)}[p_0 + \varepsilon(p_1 - p_0), q_0 + \varepsilon(q_1 - q_0)]\,(p_1 - p_0) \\ & + f^{(2)}[p_0 + \varepsilon(p_1 - p_0), q_0 + \varepsilon(q_1 - q_0)]\,(q_1 - q_0)\}\,d\varepsilon \end{aligned} \quad (14)$$

und setzt zur Abkürzung

$$p_\varepsilon = p + \varepsilon(\bar{p} - p), \qquad q_\varepsilon = q + \varepsilon(\bar{q} - q),$$

so erhält man zunächst:

$$\left.\begin{aligned} &F^{(1)}(x, y, \bar{p}, \bar{q}) - F^{(1)}(x, y, p, q) \\ &= \int_0^1 \{F^{(11)}(x, y, p_\varepsilon, q_\varepsilon)(\bar{p} - p) + F^{(12)}(x, y, p_\varepsilon, q_\varepsilon)(\bar{q} - q)\}\, d\varepsilon, \\ &F^{(2)}(x, y, \bar{p}, \bar{q}) - F^{(2)}(x, y, p, q) \\ &= \int_0^1 \{F^{(21)}(x, y, p_\varepsilon, q_\varepsilon)(\bar{p} - p) + F^{(22)}(x, y, p_\varepsilon, q_\varepsilon)(\bar{q} - q)\}\, d\varepsilon. \end{aligned}\right\} \quad (15)$$

Addiert man aber diese Gleichungen, nachdem man mit $\bar{p}$ und $\bar{q}$ multipliziert hat, und berücksichtigt

$$F^{(11)} = F_1 q_\varepsilon^2, \quad F^{(12)} = -F_1 p_\varepsilon q_\varepsilon = F^{(21)}, \quad F^{(22)} = F_1 p_\varepsilon^2, \qquad (16)$$

so ergiebt sich die angekündigte Beziehung zwischen E und F_1 in der Form:

$$E(x, y, p, q, \bar{p}, \bar{q}) = (p\bar{q} - q\bar{p})^2 \int_0^1 F_1(x, y, p_\varepsilon, q_\varepsilon)(1 - \varepsilon)\, d\varepsilon. \qquad (17)$$

Diese Gleichung liefert sofort die Bedingung, dass F_1 längs der Kurve sein Zeichen nicht wechseln darf.

Die Bedingung, dass die Funktion E für jeden Punkt 2 der Kurve 0 1′ und für jede beliebige Richtung $\bar{p}_2$, $\bar{q}_2$ dasselbe Zeichen besitzen muss, ist für das Bestehen eines Extremums auch hinreichend. Zum Beweise hülle man 0 1′ in einen solchen Bereich ein, dass E für alle darin befindlichen Punkte und für alle Richtungen dasselbe Zeichen besitzt. Verbindet man dann einen auf 0 folgenden Nachbarpunkt 0′ mit 1′ durch eine willkürliche, aber innerhalb des Bereiches liegende Kurve (Fig. II), so lässt sich zeigen, dass das über diese Kurve erstreckte Integral bei einem negativen E kleiner, bei einem positiven E grösser ist, als das über die Differentialgleichungskurve 0′ 1′ erstreckte Integral.

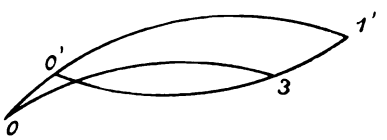


Fig. II.

Zu diesem Zwecke wähle man auf der willkürlichen Kurve einen Punkt 3 und drücke seine Koordinaten als Funktionen der von 0′ aus gemessenen Bogenlänge u aus. Setzt man dann

$$J_{03} + \bar{J}_{31'} = S(u) \tag{18}$$

und lässt u das eine Mal um den kleinen Betrag σ zunehmen, das andere Mal um σ abnehmen, so erhält man mit Benutzung der früheren Rechnungen:

$$\begin{aligned} S(u-\sigma) - S(u) &= E(x_3, y_3, p_3, q_3, \bar{p}_3, \bar{q}_3)\,\sigma + \cdots \\ S(u+\sigma) - S(u) &= -E(x_3, y_3, p_3, q_3, \bar{p}_3, \bar{q}_3)\,\sigma + \cdots \end{aligned} \tag{19}$$

Mithin ist E gleich dem negativen Differentialquotienten von $S(u)$ nach u. Wenn also E längs 0′ 3 1′ nirgends positiv und nicht in jedem Punkte gleich Null ist, so ist das über 0′ 1′ erstreckte Integral grösser als das über die willkürliche Kurve erstreckte. Entsprechendes gilt, wenn E längs 0′ 3 1′ nirgends negativ und nicht in jedem Punkte gleich Null ist. Im ersten Falle erhalten wir also ein Maximum, im zweiten ein Minimum.

II.

Wir gehen nun zur Verallgemeinerung der in I kurz skizzierten Weierstrass'schen Untersuchungen über, indem wir folgende Aufgabe formulieren:

Es sollen n Grössen $x_1, x_2, \cdots x_n$, zwischen denen die m Bedingungsgleichungen $f_\mu = 0 \quad (\mu = 1, 2, \cdots m)$ bestehen, so als Funktionen von t bestimmt werden, dass das Integral

$$J = \int_{t'}^{t''} F(x_1, x_2, \cdots x_n, x_1', x_2', \cdots x_n')\,dt \tag{1}$$

zu einem Extremum werde.

Die Forderung, dass J nur von der Gestalt der Kurve $x_1 = \varphi_1(t), \cdots x_n = \varphi_n(t)$ abhängig sei, nicht aber von der Art und Weise, wie $x_1, \cdots x_n$ als Funktionen von t dargestellt werden, hat zunächst wieder die Homogeneität von F in Bezug auf $x_1' \cdots x_n'$ zur Folge. Sodann ist für das Bestehen eines Extremums notwendig, dass die erste Variation

$$\delta J = \int_{t'}^{t''} \sum_i \left(\frac{\partial F}{\partial x_i} - \frac{d}{dt} \frac{\partial F}{\partial x_i'} \right) \xi_i \, dt - \left[\sum_i \xi_i \frac{\partial F}{\partial x_i'} \right]_{t'}^{t''} \tag{2}$$

verschwinde. Gleichzeitig hat man:

$$\sum_i \frac{\partial f_\mu}{\partial x_i} \xi_i = 0 \qquad (\mu = 1, \cdots m). \tag{3}$$

Nach der Methode der Lagrange'schen Multiplikatoren sind nun die $n + m$ Grössen $x_1, \cdots x_n, \lambda_1, \cdots \lambda_m$ als Funktionen von t aus den $n + m$ Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial x_i} - \frac{d}{dt} \frac{\partial F}{\partial x_i'} - \lambda_1 \frac{\partial f_1}{\partial x_i} - \cdots - \lambda_m \frac{\partial f_m}{\partial x_i} &= 0 \\ f_\mu &= 0 \\ (i = 1, \cdots n, \mu &= 1, \cdots m) \end{aligned}\right\} \tag{4}$$

zu bestimmen.

Gesetzt, man habe

$$x_1 = \varphi_1 (t, \alpha_1, \cdots \alpha_{2(n-1)}), \cdots x_n = \varphi_n (t, \alpha_1, \cdots \alpha_{2(n-1)}) \tag{5}$$

erhalten und man habe über die $2n$ Konstanten $t', t'', \alpha_1, \cdots \alpha_{2(n-1)}$ so verfügt, dass die Kurve durch einen gegebenen Anfangs- und Endpunkt geht. Dann fragt es sich, unter welchen Bedingungen die so gefundene Kurve ein Extremum darbietet.

Man gehe von einem beliebigen, durch $t = t_0$ ausgezeichneten Punkt 0 der Kurve aus. In der Nähe des Kurvenpunktes $x_1 = \varphi_1 (t) \cdots x_n = \varphi_n (t)$, aber ausserhalb der Kurve, werde ein Punkt $x_1 + \xi_1, \cdots x_n + \xi_n$ so gewählt, dass die Bedingungen (3) erfüllt sind. Dann lässt sich leicht zeigen, dass von 0 aus nach diesem Punkte eine den Differentialgleichungen genügende Kurve gezogen werden kann. Zu diesem Zwecke führen wir wieder folgende Bezeichnungen ein:

$$\frac{\partial \varphi_\lambda (t)}{\partial t} = \overline{\varphi}_\lambda (t), \qquad \frac{\partial \varphi_\lambda (t)}{\partial \alpha_\mu} = \varphi_\lambda^{(\mu)} (t). \tag{6}$$

Bezeichnen wir dann durch $\tau_0, \tau, \alpha_1', \cdots \alpha_{2(n-1)}'$ der Nachbarkurve entsprechende Änderungen von $t_0, t, \alpha_1, \cdots \alpha_{2(n-1)}$, so müssen sich diese aus den Gleichungen bestimmen lassen:

$$\begin{aligned}
&\bar{\varphi}_1(t_o)\,\tau_o + \varphi_1^{(1)}(t_o)\,\alpha_1' + \cdots + \varphi_1^{(2(n-1))}(t_o)\,\alpha_{2(n-1)}' + (\quad)_2 = 0,\\
&\vdots\\
&\bar{\varphi}_n(t_o)\,\tau_o + \varphi_n^{(1)}(t_o)\,\alpha_1' + \cdots + \varphi_n^{(2(n-1))}(t_o)\,\alpha_{2(n-1)}' + (\quad)_2 = 0,\\
&\bar{\varphi}_1(t)\,\tau + \varphi_1^{(1)}(t)\,\alpha_1' + \cdots + \varphi_1^{(2(n-1))}(t)\,\alpha_{2(n-1)}' + (\quad)_2 = \xi_1,\\
&\vdots\\
&\bar{\varphi}_n(t)\,\tau + \varphi_n^{(1)}(t)\,\alpha_1' + \cdots + \varphi_n^{(2(n-1))}(t)\,\alpha_{2(n-1)}' + (\quad)_2 = \xi_n.
\end{aligned} \tag{7}$$

Dazu ist aber erforderlich, dass die Determinante der linearen Glieder, nämlich

$$\begin{vmatrix}
\bar{\varphi}_1(t_o), & 0, & \varphi_1^{(1)}(t_o), \cdots \varphi_1^{(2(n-1))}(t_o)\\
\vdots & & \\
\bar{\varphi}_n(t_o), & 0, & \varphi_n^{(1)}(t_o), \cdots \varphi_n^{(2(n-1))}(t_o)\\
0, & \bar{\varphi}_1(t), & \varphi_1^{(1)}(t), \cdots \varphi_1^{(2(n-1))}(t)\\
\vdots & & \\
0, & \bar{\varphi}_n(t), & \varphi_n^{(1)}(t), \cdots \varphi_n^{(2(n-1))}(t)
\end{vmatrix} = D(t_o, t) \tag{8}$$

von Null verschieden sei. Ist diese Bedingung erfüllt, so kann man, wie früher, die Kurve wieder in ein solches Gebiet einhüllen, dass nach jedem Punkte des Gebietes von 0 aus eine und nur eine den Differentialgleichungen genügende Kurve sich konstruieren lässt. Die Möglichkeit der Konstruktion dieses Gebietes hört mit der nächsten auf t_o folgenden Wurzel t_1 der Gleichung $D(t_o, t) = 0$ auf. Der dem Werte t_1 entsprechende Punkt 1 der Kurve ist als der zu 0 konjugierte zu bezeichnen; über ihn hinaus findet ein Extremum nicht statt.

Wir wählen jetzt wieder vor 1 einen Punkt 1′ (vergl. die für $n = 2$ geltende Figur I) und ziehen von einem beliebigen, zwischen 0 und 1′ gelegenen Punkte 2 eine ganz willkürliche Kurve 23. Der Punkt 3 werde so nahe bei 2 gewählt, dass die den Differentialgleichungen genügende Kurve 03 ganz innerhalb des oben bezeichneten Gebietes liegt und dass ausserdem die relativen Koordinaten von 3 gegen 2 den Gleichungen (3) genügen.

Bezeichnen wir nun die Richtungskosinus von 02 in 2 mit $p_1, \cdots p_n$, sodass also $p_i = \frac{\xi_i}{\sqrt{\xi_1^2 + \cdots + \xi_n^2}}$ ist, wenn sich $\xi_1, \cdots \xi_n$ auf einen unmittelbar vor 2 gelegenen Punkt von 02 beziehen, bezeichnen wir ferner die Richtungskosinus von 32 in 2 mit $p_1, \cdots p_n$ und setzen endlich $\sigma = \sqrt{\xi_1^2 + \cdots + \xi_n^2}$, wo $\xi_1, \cdots \xi_n$ die relativen

Koordinaten von 3 gegen 2 bedeuten, so erhalten wir durch eine der früheren ganz ähnliche Rechnung für die Änderung, die das Integral J erleidet, wenn es über 0 3 und 3 2 statt über 0 2 erstreckt wird, den Ausdruck:

$$J_{03} + \bar{J}_{32} - J_{02} = E(x_1, \cdots x_n, p_1, \cdots p_n, \bar{p}_1, \cdots \bar{p}_n)\, \sigma + \cdots \quad (9)$$

Dabei wird die Funktion E definiert durch die Gleichung:

$$E(x_1, \cdots x_n, p_1, \cdots p_n, \bar{p}_1, \cdots \bar{p}_n) = \sum_i \{F^{(i)}(x_1, \cdots x_n, \bar{p}_1, \cdots p_n) - F^{(i)}(x_1, \cdots x_n, p_1, \cdots p_n)\}\, \bar{p}_i, \quad (10)$$

wo $F^{(i)}$, ähnlich wie in I. die Ableitung von F in Bezug auf x'_i bezeichnet. Als notwendige Bedingung für die Existenz eines Extremums ergiebt sich daher, dass längs der Kurve 0 1′ für jeden Punkt 2 und für jede Richtung $p_1, \cdots p_n$, die den Bedingungsgleichungen (3) genügen, die Funktion E ihr Zeichen nicht wechseln darf.

Wie bei zwei Variabeln lässt sich auch hier die Funktion E so umformen, dass man die üblichen Kriterien (wie sie z. B. Herr A. Mayer in der Abhandlung „Über die Kriterien des Maximums und Minimums der einfachen Integrale“ im 69. Bande des Crelle'schen Journals dargestellt hat) wiedererkennt.

Schreiben wir der Einfachheit halber $\varphi(x, p, q, \cdots)$ statt $\varphi(x_1, \cdots x_n, p_1, \cdots p_n, q_1, \cdots q_n, \cdots)$ und benutzen die bekannte Gleichung

$$f(p^{(1)}) - f(p^{(0)}) = \int_0^1 \sum_i f^{(i)}[p^{(0)} + \varepsilon(p^{(1)} - p^{(0)})]\,(p_i^{(1)} - p_i^{(0)})\, d\varepsilon,$$

so ergiebt sich, wenn zur Abkürzung $p_i^{(\varepsilon)} = p_i + \varepsilon(\bar{p}_i - p_i)$ gesetzt wird, die Gleichung:

$$F^{(i)}(x, p) - F^{(i)}(x, p) = \int_0^1 \sum_\kappa F^{(i\kappa)}(x, p^{(\varepsilon)})\,(\bar{p}_\kappa - p_\kappa)\, d\varepsilon. \quad (11)$$

Multiplizieren wir mit $\bar{p}_i$ und summieren, so kommt:

$$E(x, p, \bar{p}) = \int_0^1 \sum_{i,\kappa} F^{(i\kappa)}(x, p^{(\varepsilon)})\,(\bar{p}_\kappa - p_\kappa)\,\bar{p}_i\, d\varepsilon. \quad (12)$$

Wegen der aus der Homogeneität von F entspringenden Gleichung

$$\sum_{i,\varkappa}' F^{(i\varkappa)}(x, p^{(\varepsilon)})\, p_i^{(\varepsilon)} = 0$$

können wir aber Gleichung (12) in die Form bringen:

$$E(x, p, \bar{p}) = \int_0^1 \sum_{i,\varkappa}' F^{(i\varkappa)}(x, p^{(\varepsilon)})\,(p_i\, p_\varkappa^{(\varepsilon)} - p_\varkappa\, p_i^{(\varepsilon)})\, \frac{\bar{p}_\varkappa - p_\varkappa}{p_\varkappa^{(\varepsilon)}}\, d\varepsilon. \quad (13)$$

Vertauschen wir noch i und $\varkappa$ und addieren, so folgt:

$$2\,E(x, p, \bar{p}) = \int_0^1 \sum_{i,\varkappa}' F^{(i\varkappa)}(x, p^{(\varepsilon)})\,(\bar{p}_i\, p_\varkappa^{(\varepsilon)} - p_\varkappa\, p_i^{(\varepsilon)}) \left(\frac{\bar{p}_\varkappa - p_\varkappa}{p_\varkappa^{(\varepsilon)}} - \frac{\bar{p}_i - p_i}{p_i^{(\varepsilon)}}\right) d\varepsilon, \quad (14)$$

woraus sich schliesslich ergiebt:

$$2\,E(x, p, \bar{p}) = \int_0^1 \sum_{i,\varkappa}' \frac{F^{(i\varkappa)}(x, p^{(\varepsilon)})}{p_i^{(\varepsilon)}\, p_\varkappa^{(\varepsilon)}}\,(p_i\, \bar{p}_\varkappa - p_\varkappa\, \bar{p}_i)^2 (1-\varepsilon)\, d\varepsilon. \quad (15)$$

Setzt man noch nach Analogie von F_1:

$$F^{(i\varkappa)}(x, p^{(\varepsilon)}) = p_i^{(\varepsilon)}\, p_\varkappa^{(\varepsilon)}\, F_{i\varkappa}(x, p^{(\varepsilon)}), \quad (16)$$

so erkennt man als notwendige Bedingung für ein Extremum, dass

$$-\sum_{i,\varkappa}' F_{i\varkappa}(x, p^{(\varepsilon)})\,(p_i\, \bar{p}_\varkappa - p_\varkappa\, \bar{p}_i)^2$$

sein Zeichen nicht wechseln darf.

Die oben genauer bezeichnete notwendige Bedingung, dass die Funktion E ihr Zeichen nicht wechseln darf, ist für die Existenz eines Extremums auch hinreichend — natürlich immer unter der Voraussetzung, dass das Integral sich nicht über den zu dem Anfangspunkte konjugierten Punkt hinaus erstreckt. Der Beweis hiefür ist der gleiche wie bei zwei Variabeln. Auch hier ergiebt sich, dass die Funktion $-E(x, p, \bar{p})$ gleich der Ableitung von $J_{03} + \bar{J}_{31'} = S(u)$ nach der Bogenlänge u der willkürlichen Kurve $0'\,3\,1'$ (s. Fig. II) ist, in die wir, unter Berücksichtigung der Gleichungen (3), die gefundene Kurve variieren können.

Im Falle E beständig positiv ist, findet daher ein Minimum, im andern Falle ein Maximum statt.

III.

Unter dem Probleme der geodätischen Linien des n-dimensionalen Rotationsellipsoides ist die folgende Aufgabe zu verstehen:

Es sollen die n Grössen $x_1, x_2, \cdots x_n$, die mit einander durch die Gleichung

$$f = \frac{x_1^2 + x_2^2 + \cdots + x_{n-1}^2}{a^2} + \frac{x_n^2}{b^2} - 1 = 0 \tag{1}$$

verbunden sind, so als Funktionen der unabhängigen Veränderlichen t bestimmt werden, dass das Integral

$$J = \int_{t'}^{t''} \sqrt{x_1'^2 + \cdots + x_n'^2}\, dt \tag{2}$$

ein Minimum werde.

Zu diesem Zwecke ermittele man zunächst $x_1, \cdots x_n$ und den Multiplikator λ aus den $n + 1$ Gleichungen

$$\begin{aligned} &\frac{d}{dt}\frac{x_1'}{\sqrt{x_1'^2 + \cdots + x_n'^2}} = \lambda \frac{x_1}{a^2}, \cdots \frac{d}{dt}\frac{x_{n-1}'}{\sqrt{x_1'^2 + \cdots + x_n'^2}} = \lambda \frac{x_{n-1}}{a^2} \\ &\frac{d}{dt}\frac{x_n'}{\sqrt{x_1'^2 + \cdots + x_n'^2}} = \lambda \frac{x_n}{b^2}, \qquad f = 0. \end{aligned} \tag{3}$$

Dann ist zu untersuchen, ob längs der gefundenen Kurve die Funktion E für alle Punkte zwischen t' und t'' und für alle Richtungen $\bar{p}_1, \cdots \bar{p}_n$, die der Gleichung $\frac{x_1 \bar{p}_1 + \cdots + x_{n-1}\bar{p}_{n-1}}{a^2} + \frac{x_n \bar{p}_n}{b^2} = 0$ genügen, stets dasselbe Zeichen besitzt. Diese Untersuchung lässt sich hier sofort erledigen. Es ist nämlich

$$E(x, p, \bar{p}) = \sum_i \left(\frac{\bar{p}_i}{\sqrt{\bar{p}_1^2 + \cdots + \bar{p}_n^2}} - \frac{p_i}{\sqrt{\bar{p}_1^2 + \cdots + \bar{p}_n^2}} \right) \bar{p}_i. \tag{4}$$

Da aber $\sum_i \bar{p}_i^2 = \sum_i p_i^2 = 1$ ist, so folgt:

$$E(x, p, \bar{p}) = 1 - \sum_i \bar{p}_i p_i. \tag{5}$$

Nun kann $\Sigma \bar{p}_i p_i$ niemals grösser als 1 sein; es ist also E für alle Richtungen $\bar{p}_1, \cdots \bar{p}_n$ positiv. Folglich ist das Integral J sicherlich ein Minimum, wenn nur der zu t' konjugierte Punkt jenseits t'' liegt.

Zur Ermittlung von $x_1, \cdots x_n$ führen wir als unabhängige Veränderliche t den Bogen s der geodätischen Linie ein, wodurch die Gleichungen (3) übergehen in:

$$\frac{d^2x_1}{ds^2} = \lambda \frac{x_1}{a^2}, \cdots \frac{d^2x_{n-1}}{ds^2} = \lambda \frac{x_{n-1}}{a^2}, \frac{d^2x_n}{ds^2} = \lambda \frac{x_n}{b^2}, \tag{6}$$
$$f = 0.$$

Aus den ersten $n-1$ Gleichungen von (6) erhält man:

$$x_\alpha \frac{d^2x_\beta}{ds^2} - x_\beta \frac{d^2x_\alpha}{ds^2} = 0, \tag{7}$$

folglich:

$$x_\alpha \frac{dx_\beta}{ds} - x_\beta \frac{dx_\alpha}{ds} = c_{\alpha\beta}. \tag{8}$$

Solcher Gleichungen existieren $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$, doch sind die Integrationskonstanten $c_{\alpha\beta}$ nicht alle von einander unabhängig.

Mit Hülfe von $f = 0$ kann man nun aus

$$(x_1^2 + \cdots + x_{n-1}^2)(dx_1^2 + \cdots + dx_{n-1}^2)$$
$$= (x_1\,dx_1 + \cdots + x_{n-1}\,dx_{n-1})^2 + \sum_{\alpha\beta}{}' (x_\alpha\,dx_\beta - x_\beta\,dx_\alpha)^2$$

die Gleichung ableiten

$$a^2\left(1 - \frac{x_n^2}{b^2}\right)(ds^2 - dx_n^2) = \frac{a^4}{b^4} x_n^2\,dx_n^2 + \varkappa^2\,ds^2, \tag{9}$$

insofern man zur Abkürzung $\sum_{\alpha\beta}{}' c_{\alpha\beta}^2 = \varkappa^2$ setzt. Daraus aber ergiebt sich der Zusammenhang zwischen x_n und s in der Form:

$$\left(\frac{dx_n}{ds}\right)^2 = \frac{1 - \frac{\varkappa^2}{a^2} - \frac{x_n^2}{b^2}}{1 + \frac{a^2 - b^2}{b^4} x_n^2}. \tag{10}$$

Hat man aus dieser Differentialgleichung x_n als Funktion von s ermittelt, so kann man leicht auch den Multiplikator λ als Funktion von s darstellen. Aus (6) findet man nämlich

$$x_1 \frac{d^2x_1}{ds^2} + \cdots + x_n \frac{d^2x_n}{ds^2} = \lambda, \quad \text{oder}$$
$$\frac{d}{ds}\left(x_1 \frac{dx_1}{ds} + \cdots + x_n \frac{dx_n}{ds}\right) = \lambda + 1,$$

woraus man mit Hülfe von $f = 0$ und $\frac{d^2x_n}{ds^2} = \lambda \frac{x_n}{b^2}$ erhält:

$$1 + \lambda = \frac{d}{ds}\left[\left(1 - \frac{a^2}{b^2}\right) x_n \frac{dx_n}{ds}\right] = \left(1 - \frac{a^2}{b^2}\right)\left[\lambda \frac{x_n^2}{b^2} + \left(\frac{dx_n}{ds}\right)^2\right].$$

Mit Benutzung von (10) kann man aber jetzt λ durch x_n allein ausdrücken, nämlich:

$$\lambda = \frac{\frac{a^2 - b^2}{b^2}\frac{x_n^2}{a^2} - \frac{a^2}{b^2}}{\left(1 + \frac{a^2 - b^2}{b^4} x_n^2\right)^2}. \tag{11}$$

Dasselbe Resultat hätte man auch direkt erhalten durch Differentiation von (10) nach s.

Durch (11) und (10) wird also jetzt auch λ als Funktion von s definiert. Schreiben wir $\lambda = \lambda(s)$, so hat man noch $x_1, \cdots x_{n-1}$ aus den $n - 1$ Differentialgleichungen

$$\frac{d^2 x_1}{ds^2} = \lambda(s)\frac{x_1}{a^2}, \cdots \frac{d^2 x_{n-1}}{ds^2} = \lambda(s)\frac{x_{n-1}}{a^2} \tag{12}$$

zu ermitteln. Die Grössen $x_1, \cdots x_{n-1}$ genügen also alle derselben linearen Differentialgleichung zweiter Ordnung. Daraus folgt aber, dass je $n - 3$ dieser Grössen $x_1, \cdots x_{n-1}$ linear durch die beiden übrigen ausdrückbar sind. Zu diesem Resultate gelangt man auch ganz direkt. Aus den Gleichungen (8) ergiebt sich nämlich

$$x_\alpha \frac{dx_\beta}{ds} - x_\beta \frac{dx_\alpha}{ds} = c_{\alpha\beta},$$
$$x_\beta \frac{dx_\gamma}{ds} - x_\gamma \frac{dx_\beta}{ds} = c_{\beta\gamma},$$
$$x_\gamma \frac{dx_\alpha}{ds} - x_\alpha \frac{dx_\gamma}{ds} = c_{\gamma\alpha},$$

woraus man erhält:

$$c_{\beta\gamma} x_\alpha + c_{\gamma\alpha} x_\beta + c_{\alpha\beta} x_\gamma = 0. \tag{13}$$

Zur vollständigen Durchführung der ganzen Aufgabe wäre jetzt zunächst die Integration der Differentialgleichung (10) erforderlich. Da man aber zu genau derselben Differentialgleichung auch bei der Bestimmung der geodätischen Linien des gewöhnlichen Rotationsellipsoides gelangt, so liegt, mit Rücksicht auf die durch (13) dargestellten linearen Beziehungen zwischen $x_1, \cdots x_{n-1}$, die Vermutung nahe, dass das n-dimensionale Problem sich auf das 3-dimensionale werde zurückführen lassen. Dies lässt sich

nun in der That leicht bewerkstelligen. Da von den $n-1$ Grössen $x_1, \cdots x_{n-1}$ je $n-3$ durch die zwei andern linear ausgedrückt werden können, so setzen wir, um die Symmetrie zu wahren,

$$x_\lambda = \alpha_\lambda x + \beta_\lambda y \quad (\lambda = 1, 2, \cdots n-1). \quad (14)$$

Die Konstanten $c_{\lambda\mu}$ sind dann, wie aus

$$c_{\mu\nu} x_\lambda + c_{\nu\lambda} x_\mu + c_{\lambda\mu} x_\nu = 0$$

folgt, mit den α_λ und β_λ durch die Gleichungen

$$\begin{aligned} c_{\mu\nu} \alpha_\lambda + c_{\nu\lambda} \alpha_\mu + c_{\lambda\mu} \alpha_\nu &= 0, \\ c_{\mu\nu} \beta_\lambda + c_{\nu\lambda} \beta_\mu + c_{\lambda\mu} \beta_\nu &= 0 \end{aligned} \quad (15)$$

verbunden und vermöge dieser durch die α_λ und β_λ ausdrückbar. Da von den $2(n-1)$ neu eingeführten Konstanten α_λ, β_λ nur $2(n-3)$ als willkürliche Integrationskonstanten zu zählen sind, so können wir ihnen noch Beschränkungen auferlegen und verlangen, dass

$$\sum_\lambda \alpha_\lambda^2 = 1, \qquad \sum_\lambda \alpha_\lambda \beta_\lambda = 0, \qquad \sum_\lambda \beta_\lambda^2 = 1 \quad (16)$$

sein soll. Setzen wir dann noch, der bessern Übereinstimmung halber, $x_n = z$, so geht die Aufgabe, die n Grössen $x_1, \cdots x_n$, die der Bedingung $\frac{x_1^2 + \cdots + x_{n-1}^2}{a^2} + \frac{x_n^2}{b^2} - 1 = 0$ unterworfen sind, so als Funktionen von t zu bestimmen, dass das Integral $\int_{t'}^{t''} \sqrt{x_1'^2 + \cdots + x_n'^2}\, dt$ ein Minimum werde, in die folgende Aufgabe über:

Es sollen die 3 Grössen x, y, z, zwischen denen die Gleichung $\frac{x^2 + y^2}{a^2} + \frac{z^2}{b^2} - 1 = 0$ besteht, so als Funktionen von t bestimmt werden, dass das Integral $\int_{t'}^{t''} \sqrt{x'^2 + y'^2 + z'^2}\, dt$ ein Minimum werde.

Damit ist aber unser Problem auf das 3-dimensionale zurückgeführt.

Sitzungsberichte von 1898.

Sitzung vom 10. Januar 1898 auf Zimmerleuten.

Beginn 8¼ Uhr. Vorsitzender: Herr Prof. Dr. Ritter.

Der Vorsitzende spricht den Mitgliedern seinen Dank aus für die rege Beteiligung an der mit der Antiquarischen Gesellschaft zusammen abgehaltenen Feier des Berchtoldstages. Das von der Naturforschenden Gesellschaft ausgegebene Neujahrsblatt enthält einen geschichtlichen Rückblick über die Neujahrsblätter von Herrn Prof. Dr. Rudio, betitelt: „Zum hundertsten Neujahrsblatt der naturforschenden Gesellschaft" und eine Abhandlung von Herrn Prof. Dr. Hartwich über: „Das Opium als Genussmittel".

Das Protokoll der letzten Sitzung wird verlesen und genehmigt.

Herr Prof. Dr. A. Weilenmann hält einen Vortrag „Über elektrische Strahlung und Marconi's Telegraphie". An der Diskussion beteiligen sich die Herren Prof. Dr. Beck, Prof. Dr. Heim, Prof. Dr. Ritter und Prof. Dr. Wild.

Als Mitglieder der Gesellschaft werden die in der letzten Sitzung angemeldeten Herren: Prof. Dr. Ruge, Prof. Dr. v. Frey, Dr. Hinrichsen, Dr. Höber und Prof. Engler aufgenommen. Gedruckte Exemplare der am Berchtoldsessen vorgetragenen poetischen Ergüsse werden den Mitgliedern zur Verfügung gestellt.

Schluss der Sitzung 10 Uhr.

Sitzung vom 24. Januar 1898 auf Zimmerleuten.

Beginn 8¼ Uhr. Vorsitzender: Herr Prof. Dr. Ritter.

Das Protokoll der letzten Sitzung wird verlesen und genehmigt.

Herr Prof. Dr. Oscar Wys hält einen Vortrag über: „Bakteriologische Untersuchungen bei einer Fischseuche". An der Diskussion beteiligen sich die Herren: Dr. Silberschmidt, Dr. Overton, Prof. Dr. Lang, Dr. Hescheler, Dr. Heuscher und Herr Madöri. Infolge der vorgerückten Zeit erklärt sich Herr Dr. Früh damit einverstanden, seine Mitteilungen über die Mineralien des Torfes und deren Beziehungen zum Aufbau der Moore auf nächste Sitzung zu verschieben.

Die nächste Sitzung wird Demonstrationen gewidmet werden.

Zum Eintritt in die Gesellschaft wird gemeldet: Herr Dr. R. William Schäfer.

Schluss der Sitzung 10 Uhr 25 Min.

Sitzung vom 7. Februar 1898 auf Zimmerleuten.

Beginn 8¼ Uhr. Vorsitzender: Herr Prof. Dr. Ritter.

Das Protokoll der letzten Sitzung wird verlesen und genehmigt.

Herr Prof. Dr. v. Frey demonstriert das Sphygmomanometer von Dr. Riva-Rocci; die Verwendung desselben wurde am Schlusse der Sitzung noch gezeigt.

Herr Dr. Früh hält einen Vortrag: „Über die Mineralien des Torfes und deren Beziehung zum Aufbau der Moore". Die Diskussion benutzten die Herren Prof. Dr. Werner und Prof. Dr. Heim. Es folgt eine Vorweisung von Gesteinsproben mit Linearstreckung von Prof. Dr. Heim. An der Diskussion beteiligt sich Herr Direkt. Huber.

Herr Ingenieur Hilgard berichtet über: „Einige Vorkommensarten von natürlichem Gold in den Vereinigten Staaten unter Vorweisung von Goldquarz und Placergoldnuggets. Die Diskussion wird von Herrn Prof. Dr. Ritter benützt. Herr Prof. Dr. Lang bringt die Demonstration einer fünffingerigen Schweineextremität, und hierauf zeigt er an einem Objekt, wie er den Schnecken die Kunst des Schreibens gelehrt hat.

Als Mitglied der Gesellschaft wird Herr Dr. Schäfer aufgenommen.

Schluss der Sitzung 10 Uhr.

Sitzung vom 21. Februar 1898 auf Zimmerleuten.

Beginn 8¼ Uhr. Vorsitzender: Herr Prof. Dr. Rudio, Vice-Präsident.

Das Protokoll der letzten Sitzung wird verlesen und genehmigt.

Als Mitglied wird Herr Karl Volkart, Sekundarlehrer in Pfäffikon, angemeldet.

Herr Prof. Dr. Heim hält einen Vortrag: „Über den Kaukasus und Finnland". An der Diskussion beteiligen sich die Herren Dr. Schäfer, Prof. Dr. C. Keller, Dr. Früh und Prof. Dr. Beck.

Schluss der Sitzung 10¼ Uhr.

Sitzung vom 7. März 1898 auf Zimmerleuten.

Beginn 8¼ Uhr. Vorsitz: Herr Prof. Dr. Ritter.

Das Protokoll der letzten Sitzung wird verlesen und genehmigt.

Herr Prof. Dr. Beck hält einen Vortrag: „Über ein neues Instrument zur geographischen Orts-Bestimmung". An der Diskussion beteiligen sich Herr Dr. Messerschmitt und Herr Prof. Culmann.

Herr Prof. Dr. Schröter macht eine Mitteilung: „Über die Vielgestaltigkeit der Fichte". Die Diskussion benutzen die Herren Prof. Heim und Prof. Engler.

Herr Volkart wird als Mitglied der Gesellschaft aufgenommen.

Die Herren Maschineningenieur Gustav Wegmann und Dr. Joachim Sperber werden als Mitglieder angemeldet.

Die heutige Sitzung ist die letzte im Wintersemester.

Die Hauptversammlung wird im Mai stattfinden.

Schluss der Sitzung 10 Uhr 40 Min.

Hauptversammlung vom 16. Mai 1898 auf Zimmerleuten.

Beginn 7¼ Uhr. Vorsitzender: Herr Prof. Dr. Ritter.
Das Protokoll der letzten Sitzung wird verlesen und genehmigt.
Es erfolgt der Kassabericht:

Rechenschaftsbericht des Quästors.

Rechnung für 1897.

Einnahmen:	Fr. Rp.	Ausgaben:	Fr. Rp.
1. Ordentliche:		Bücher	3,224. 97
Zinsen des Hauptfonds	3,790. 30	Buchbinderarbeit	996. 75
„ „ Illustrationsfonds	300 —	Neujahrsblatt	736. 70
Beiträge der Mitglieder	3,628. —	Vierteljahrsschrift	2,893. 10
Neujahrsblatt	469. 84	Miete, Heizung und Beleuchtung	139. 50
Katalog	29. —	Besoldungen	1,810. —
Vierteljahrsschrift	353. 10	Verwaltung	578. 09
Beiträge von Behörden und Gesellschaften (Reg.-Rat 1000, Stadtrat 600, Museum 320)	1,920. —	Verschiedenes	37. 60
2. Ausserordentliche:		Summa	Fr. 10,416. 71
Verkauf des Bezugsrechtes von Aktien Leu & Co.	630. —	Überschuss Einnahmen-Ausgaben	Fr. 1.203. 53
Legat von Herrn Dr. Nüscheler	500. —	Stand des Hauptfonds 1. Jan. 1897	„ 71,638. 75
Summa	Fr. 11,620. 24	Stand des Hauptfonds 31. Dez. 1897.	Fr. 72,842. 28
		Stand des Illustrations-Fonds am 1. Jan. und 31. Dez. 1897	Fr. 5,000. —

Die Rechnung ist von den Rechnungsrevisoren, Herren Dr. Schärtlin und Prof. Grubenmann geprüft worden, welche Annahme derselben unter bester Verdankung empfehlen.

Die Gesellschaft beschliesst in diesem Sinne.

Es folgt die Vorlage des Voranschlages für 1898.

Voranschlag für das Jahr 1898.

Einnahmen:

1. Ordentliche:		
Zinsen des Hauptfonds	Fr.	3,740. —
„ „ Illustrations-Fonds	„	360. —*)
Beiträge der Mitglieder	„	3,600. —
Übertrag	Fr.	7,700. —

*) Da der Illustrationsfond mit Benutzung des Überschusses auf Fr. 6000 vom Vorstande erhöht wurde.

Übertrag	Fr.	7,700. —
Neujahrsblatt	„	400. —
Katalog	„	40. —
Vierteljahrsschrift	„	100. —
Beiträge von Behörden und Gesellschaften	„	1,920. —
	Fr.	10.160. —
2. Ausserordentliche:		
Beitrag des Hochschulvereines	„	1,000. —
Total	Fr.	11,160. —

Ausgaben:

1. Ordentliche:		
Bücher	Fr.	3,200. —
Buchbinderarbeit	„	1,000. —
Neujahrsblatt	„	500. —
Vierteljahrsschrift	„	2,800. —
Miete, Heizung und Beleuchtung	„	150. —
Besoldungen	„	1,810. —
Verwaltung	„	600. —
Mobilien und Verschiedenes	„	100. —
	Fr.	10,160. —
2. Ausserordentliche:		
Für Anschaffung der Acta Leopoldin	„	1,000. —
Für den Central-Katalog	„	200. —
	Fr.	1,200. —
Total	„	11,360. —

Der Überschuss von Fr. 200 der Ausgaben über die Einnahmen soll gedeckt werden aus dem Einnahmeüberschuss des Jahres 1897 (wenn nötig).

Das Budget wird genehmigt. Der Bibliothekar, Herr Prof. Schinz, verliest den Bibliotheksbericht:

Bericht über die Bibliothek.

Die Ausgaben für Bücher betrugen im Rechnungsjahre Fr. 3224.97 gegenüber Fr. 3662.52 im Vorjahre. Der Bibliothekar hat sich diese Beschränkung auferlegt, um auch seinerseits sein möglichstes beizutragen, damit sich die Ausgaben innerhalb der uns durch die zur Verfügung stehenden Geldmittel gesteckten Grenzen bewegen und um Überschreitungen des Budgets nach Thunlichkeit zu vermeiden. Er hat dies um so lieber gethan, als er die Überzeugung hegt, dass, wenn wieder einmal grössere Forderungen seitens der Bibliothek an unser Quästorat gestellt werden müssen, die Gesellschaft auch um so eher geneigt sein dürfte, zu rechtfertigenden Wünschen hinsichtlich Anschaffungen entgegen zu kommen. Dass solche auch in der Zukunft nicht fehlen, dafür ist gesorgt. Von dem

für die verschiedensten Vertreter der Naturwissenschaften unentbehrlichen Challengerwerk haben uns bis vor kurzem noch 5 Bände gefehlt, 2 sind inzwischen angeschafft worden, und die Beschaffung der übrigen gedenke ich auf das laufende und auf das kommende Jahr zu verteilen. Ebenso dringlich ist die sukzessive Anschaffung der für Zoo- und Limnologen wie Botaniker gleich wichtigen Untersuchungen der norddeutschen Meere, von welchen wir bis jetzt nur diejenigen Bände besitzen, die das eine oder das andere unserer Mitglieder für seine Spezialstudien angeschafft zu haben wünschte. Durch das Bibliothekariat der kantonalen Universitätsbibliothek sind wir übrigens auch hinsichtlich Neuanschaffungen infolge eines gegenseitigen Verständnisses entlastet worden, wie es früher nie der Fall gewesen ist, ich anerkenne dies mit Dank.

Dass das grossherzige Geschenk des Hochschulvereins*) es uns ermöglichen wird, im laufenden Jahre unsere unvollständige Serie der Nova Acta Leopoldina zu ergänzen, haben Sie bereits den Tagesblättern entnehmen können, die Erwerbung der uns fehlenden Bände hat nun aber noch den Vorteil im Gefolge, dass die Leopoldinische Akademie mit unserer Gesellschaft den liegen gelassenen Tauschverkehr wieder aufgenommen hat, gleich der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft, die uns nach einem längeren Intervall nun auch wieder ihre gehaltreichen Abhandlungen zustellt.

Was den Tauschverkehr überhaupt anbetrifft, so wissen Sie, dass ich diesem Zweige der Bibliotheksverwaltung mein Augenmerk zuwende, und ich kann in dieser Beziehung auch nur Erfreuliches melden. Die Zahl der mit uns tauschenden Gesellschaften und Akademien beträgt nunmehr 350 gegenüber 339 im Vorjahre, so dass sich also die Zahl um 11 vergrössert hat. Dabei ist es nicht ausser Acht zu lassen, dass wir so weit möglich unsere Vierteljahrsschrift nur gegen ungefähr gleichwertige Gesellschaftsschriften austauschen und es vorziehen, wenn Publikationen von auswärtigen Gesellschaften allzu sporadisch erscheinen oder gar zu wenig umfangreich sind, solche auf dem Wege des Abonnements zu erwerben.

Dem mir erteilten Auftrag, ein Inventar sämtlicher vorrätiger Vierteljahrsschriften und Neujahrsblätter anzulegen und in der Folge Ein- und Ausgänge nachzutragen, ist nachgelebt worden.

Die durch die Statuten vorgeschriebene Revision hat im Herbst stattgefunden, und ich bin befriedigt, Ihnen mitteilen zu können, dass kein Abgang zu notieren gewesen ist. Gewiss ein höchst erfreuliches Resultat wenn man bedenkt, wie ungemein liberal unsere Gesellschaft auch Nichtmitgliedern gegenüber ist.

Dafür, dass einzelne unserer Universitätsinstitute grössere Serien von Büchern in ihren eigenen Räumlichkeiten untergebracht haben und in

*) Infolge Krankheit des Präsidenten des Hochschulvereins erhielt die Gesellschaft die offizielle Nachricht von der Gewährung des nachgesuchten Beitrages erst in der Sitzung vom 28. Juni 1898. Siehe dort.

sorgfältigster Weise verwalten, kann das Bibliothekariat nur verbunden sein; denn thatsächlich würden die Raumverhältnisse in unserer Bibliothek geradezu unleidbar, wenn wir selbst sämtliche Bücher aufstappeln müssten. Die Unbequemlichkeit, die sich ab und zu einmal für das eine oder andere unserer Mitglieder oder sogar Nichtmitglieder dadurch eingestellt hat, dass ein gewünschtes Werk nicht sofort auf der Bibliothek verabfolgt werden konnte, ist gewiss nicht unerträglich, um so weniger, als erfahrungsgemäs die betr. Institutsvorsteher gewohnt sind, jedes gewünschte Buch mit Hintansetzung der eigenen Wünsche dem Petenten unverzüglich zuzustellen. Ich würde es bedauern, wenn von diesem Usus in der Folge abgewichen würde und das Verlangen gestellt würde, wieder sämtliche Bücher auf der Bibliothek zu vereinigen; aber gewiss darf in unseren Eingaben an die Regierung auf diese unberechenbare Erleichterung, die den staatlichen Instituten geschaffen wird, mit Fug und Recht aufmerksam gemacht werden.

Der Bibliotheksbericht wird genehmigt und verdankt. Der Aktuar verliest den Bericht über die wissenschaftliche Thätigkeit der Gesellschaft:

Bericht über die wissenschaftliche Thätigkeit der Naturforschenden Gesellschaft 1897—1898.

Die Naturforschende Gesellschaft hielt in dem Berichtsjahre 1897—1898 mit Einschluss der heutigen, 10 Sitzungen ab, dieselben waren gut besucht.

Von 14 Vortragenden wurden 8 Vorträge und 10 Mitteilungen entgegengenommen.

a) Vorträge:

1. Prof. Dr. G. Lunge: Nachruf auf Victor Meyer.
2. Prof. Dr. E. Schulze: Über den Umsatz der Eiweisstoffe im Leben der Pflanze.
3. Prof. Dr. C. Keller: Über eine neue bildliche Darstellung des ausgestorbenen Ur (Bos primigenius).
4. Prof. Dr. Roth: Über Dampfdesinfection.
5. Prof. Dr. A. Weilenmann: Über elektrische Strahlung und Marconi's Telegraphie.
6. Prof. Dr. Oscar Wyss: Bakteriologische Untersuchungen bei einer Fischseuche.
7. Prof. Dr. A. Heim: Über den Kaukasus und Finnland.
8. Prof. Dr. Beck: Über ein neues Instrument zur geographischen Ortsbestimmung.

b) Mitteilungen.

1. Prof. Dr. J. Pernet: Über einen neuen Längenkomparator.
2. Prof. Dr. C. Schröter: Über die springenden Bohnen aus Mexiko.
3. Prof. Dr. Heim: Über die Rutschungen im Campo (Tessin).
4. Prof. Dr. H. Schinz: Über Verbreitung der Früchte durch Tiere.
5. Prof. Dr. v. Frey: Über das Sphygmomanometer von Dr. Riva.

6. Dr. Früh: Über die Mineralien des Torfes und deren Beziehung zum Aufbau der Moore.
7. Prof. Dr. Heim: Über Gesteinsproben mit Linearstreckung.
8. Herr Ing. Hilgard: Über Vorkommensarten von natürlichem Gold in den Vereinigten Staaten.
9. Prof. Dr. Lang: Über eine fünffingerige Schweineextremität. Über die Kunst des Schreibens bei den Schnecken.
10. Prof. Dr. C. Schröter: Über die Vielgestaltigkeit der Fichte.

Von diesen Vorträgen und Mitteilungen entfallen auf Zoologie 3, Geologie und Mineralogie 5, Physik und Mechanik 3, Physiologie 2, Bakteriologie 2, Chemie 1, Botanik 3.

Der 42. Jahrgang der Vierteljahrsschrift enthält die Nachrufe
auf Prof. Dr. Arn. Meyer von Prof. Lang,
„ Prof. Dr. Kenngott von Prof. Grubenmann,
„ Herrn Linthingenieur Legler von Prof. Becker, und
„ Prof. Victor Meyer von Prof. Lunge.

Die 11 wissenschaftlichen Abhandlungen verteilen sich folgendermassen auf die registrierten Wissenszweige:

Anatomie und Zoologie 2, Mathematik 1, Mechanik und Physik 2, Geologie 2, Paläontologie 1, Mathematik 1, Chemie 2.

Die astronomischen Mitteilungen sind ebenfalls fortgesetzt worden und das Schlussheft brachte einen Auszug aus den Sitzungsberichten und einen Bibliotheksbericht. Das Neujahrsheft der Gesellschaft — sie hat auf 1898 ihr hundertstes herausgegeben — enthält einen geschichtlichen Rückblick über die Neujahrsblätter von Prof. Dr. Rudio, betitelt: „Zum hundertsten Neujahrsblatt der naturforschenden Gesellschaft" und eine Abhandlung von Prof. Dr. Hartwich über: „Das Opium als Genussmittel". Der Bericht wird genehmigt und verdankt.

Herr Gustav Wegmann, Maschineningenieur, und Hr. Dr. Joachim Sperber werden als Mitglieder aufgenommen.

Die Wahl des Vorstandes ergiebt folgende Resultate:

Präsident:	Herr Prof. Dr. Rudio.
Vice-Präsident:	„ Escher-Kündig.
Quästor:	„ Dr. Kronauer.
Bibliothekar:	„ Prof. Dr. Schinz.
Beisitzer:	„ Prof. Dr. Grubenmann.
	„ Prof. Dr. Ritter.

Als Rechnungsrevisoren werden gewählt die Herren: Escher-Hess und Bodmer-Beder.

Schluss des geschäftlichen Teiles der Sitzung 8 Uhr.

An denselben schloss sich ein gemeinschaftliches Abendessen an.

Sitzung vom 28. Juni 1898 auf Zimmerleuten.

Beginn 8¼ Uhr. Vorsitzender: Herr Escher-Kündig, Vize-Präsident.

Das Protokoll der Generalversammlung wird verlesen und genehmigt.

Der Vorsitzende teilt mit, dass unserer Gesellschaft zwei Schenkungen von je 100 Fr. zugewandt worden sind, die eine vom Hochschulverein, die andere, ein Legat, von Herrn Robert Bodmer. Er giebt dem Dank der Gesellschaft in warmen Worten Ausdruck.

Zur Aufnahme in die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft hat sich Herr Prof. Dr. Lorenz angemeldet.

Zu Delegierten für die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft werden die Herren Prof. Dr. Rudio und Prof. Dr. Wild gewählt.

Herr Prof. Dr. Heim erinnert noch daran, dass in der Sitzung in Bern die teilweise Erneuerung des Centralvorstandes stattfinden wird.

Herr Prof. Dr. Lorenz hält einen Vortrag über: „Das Nernst'sche und das Auer-Licht".

An der Diskussion beteiligen sich die Herren Prof. Wild, Prof. Werner, Dr. Constam, Oberst Huber, Prof. Bamberger, Dr. Schall und Prof. Kleiner.

Herr Prof. Dr. Heim hält einen Vortrag über: „Die projektierte Ballonfahrt über die Alpen".

Schluss der Sitzung 10½ Uhr.

Sitzung vom 31. Oktober 1898 auf Zimmerleuten.

Beginn 8¼ Uhr. Vorsitzender: Herr Escher-Kündig, Vize-Präsident.

Herr Escher-Kündig übernimmt den Vorsitz, indem er die besten Wünsche für die baldige vollständige Genesung unseres Präsidenten ausspricht. Er gedenkt hierauf in warmen Worten unseres verstorbenen Mitgliedes Herrn Dr. Casimir Mösch. Die Anwesenden erheben sich zur Ehrung des Verstorbenen von ihren Sitzen.

Das Protokoll der letzten Sitzung wird verlesen und genehmigt.

Zur Aufnahme in die Gesellschaft hat sich Herr Dr. phil. Ernst Fisch, gemeldet.

Herr Prof. Bamberger, der statt des erkrankten Prof. Rudio mit Herrn Wild die Gesellschaft in Bern vertreten hatte (s. d. Prot. v. 28. Juni) teilt mit, dass in der Delegierten-Versammlung in Bern nichts prinzipiell wichtiges sich ereignet habe.

Herr Dr. Overton hält einen Vortrag über: „Die allgemeinen osmotischen Eigenschaften der Zelle, ihre vermutlichen Ursachen und ihre Bedeutung für die Physiologie".

An der Diskussion beteiligen sich Herr Prof. v. Frey und Herr Dr. Höber.

Schluss der Sitzung 9¾ Uhr.

Sitzung vom 14. November 1898 auf Zimmerleuten.

Beginn 8¼ Uhr. Vorsitzender: Herr Escher-Kündig, Vize-Präsident.

Das Protokoll der letzten Sitzung wird verlesen und genehmigt.

Der Vorsitzende teilt mit, dass zwei Anmeldungen zur Aufnahme in die Gesellschaft eingegangen sind:

Herr Prof. Edmund August Gouzy, a. Realschuldirektor, Herr Emil Schoch-Etzensperger, Kaufmann.

Die Abstimmung über das Aufnahmsgesuch von Herrn E. Fisch ergiebt einstimmige Annahme.

Herr Escher-Kündig hält einen Vortrag betitelt: „Aus dem Insektenleben der Insel Malta".

An der Diskussion beteiligen sich Herr Dr. Standfuss und Herr Escher-Hess. Der letztere schliesst dem Vortrag noch einige Mitteilungen über Gesteinsproben von Malta an.

Herr Prof. Dr. Lang verdankt im Namen der Anwesenden den interessanten Vortrag.

Schluss der Sitzung 10 Uhr.

Sitzung vom 28. November 1898 auf Zimmerleuten.

Beginn 8 Uhr. Vorsitzender: Herr Escher-Kündig, Vize-Präsident.

Das Verlesen des Protokolls der letzten Sitzung wird wegen Abwesenheit des Aktuars auf die nächste Sitzung verschoben.

Herr Prof. M. v. Frey hält einen Vortrag über den Tastsinn (Deformationssinn) der menschlichen Haut. An der Diskussion beteiligen sich die Herren Dr. Fick, Prof. v. Frey, Direktor Huber, Prof. Heim, Prof. Ritter, Dr. Overton, Prof. E. Zschokke.

Die Herren Schoch-Etzensperger, Kaufmann, und Prof. Gouzy werden als Mitglieder aufgenommen.

Als Mitglied wird angemeldet: Herr Prof. Dr. Friedrich Erismann.

Schluss der Sitzung 9 Uhr 40 Min.

Sitzung vom 12. Dezember 1898 auf Zimmerleuten.

Beginn 8¼ Uhr. Vorsitzender: Herr Escher-Kündig, Vize-Präsident.

Die Protokolle der beiden letzten Sitzungen werden verlesen und genehmigt.

Herr Prof. Dr. Erismann wird als Mitglied aufgenommen.

Herr Dr. J. Sperber hält einen Vortrag betitelt:

„Eine neue Valenztheorie auf mathematisch-physikalischer Grundlage".

An der Diskussion beteiligen sich die Herren Prof. Werner, Prof. Lorenz, Prof. Kleiner, Direktor Huber, Prof. Stodola, Herr Weber und der Vortragende.

Schluss der Sitzung 10 Uhr 50 Min.

Der Aktuar:
A. Werner.

Bibliotheksbericht von 1898.

Der Bibliothek sind vom 15. Dezember 1897 bis zum 15. Dezember 1898 nachstehende Schriften zugegangen:

A. Geschenke.

Von Herrn G. Claraz in Zürich;

Revue scientifique, Tome 49—52, und 4. Serie. Tome 1—10.

Von Herrn Dr. Ed. Cornaz in Neuchâtel:

Un genre nouveau pour la flore d'Europe (Halenia).
Rosa Dichora (Lerch) und R. Lerchii (Rouy).

Von Herrn Ch. Bessey in Nebraska:

The Phylogeny and Taxonomy of Angiospermes.

Von Herrn Prof. Dr. R. Weber in Winterthur:

Dr. V. Wietlisbach.

Von der Tit. Geographischen Gesellschaft in Zürich:

Dr. Früh: Ausblicke auf die verschiedenen Gebiete der Geographie.

Von Herrn Prof. Dr. G. Schoch in Zürich:

Schweizerische Fischerei-Zeitung für 1897, Nr. 24—27. 1898, Nr. 1—24.
Genera und Species meiner Cetoniden-Sammlung. Nachträge V—VIII.

Von Herrn Geheimrat Prof. Dr. A. v. Kölliker in Würzburg:

Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. LXIII, Heft 2—4 u. Bd. LXIV, Heft 1—4. Bd. LXV, Heft 1 und Register z. Bd. 46—60.
Ueber die Entwickelung der Graf'schen Follikel.
Gegen die Annahme von Axencylindertropfen.
Ueber Corpora lutea atretica bei Säugetieren.

Von Herrn Prof. Dr. F. Goll in Zürich:

L'Année scientifique, par Figuier. 1869—1896.
Naturwissenschaftliche Wochenschrift. Bd. IV—VI.
Suter, J. R., Flora Helvetica. Bd. I, II.
Schorlemmer, C., Kohlenstoffverbindungen.
Spiller, P., das Naturkennen.
Blum, J. R., die Edelsteinkunde.
Schneider, J. R., das Seeland der Westschweiz und die Korrektionen seiner Gewässer.

Von Herrn Prof. Dr. A. Lang in Zürich:

The Agricultural Gazette of New South-Wales. Vol. II—VIII.

Von Herrn Dr. O. E. Imhof in Zürich:

Fauna der Seen.

Von Herrn Prof. Dr. Ch. Tarnuzzer in Chur:

Die eratischen Schuttmassen der Landschaft Churwalden-Parpan.

Von Herrn Schulte vom Bühl:

Der Goldfisch und seine Pflege. (Wiesbaden 1898.)

Von Herrn Prof. Dr. Mich. Stossich in Triest:

Filarie e Spiroptere lavoro monografico.
Note Parassitoliche.
Saggio di una Fauna Elmintologica di Trieste e Provincie Contermini.

Von Herrn Prof. A. Wolfer in Zürich:

Astronomische Mitteilungen Nr. 89.

Von Herrn Dr. Leo Wehrli in La Plata (Argentinien):

Einige Zahlbegriffe aus der Erdgeschichte.
Sur les diorites métamorphiques de l'Oberland grison et sur la continuation du synclinal d'Urseren vers l'est.
Expédition géologique dans la Cordillière argentino-chilienne. 1897.

Von Herrn Forstmeister M. Siber in Winterthur:

Der Tibethund.

Von Herrn A. Turner in Wien:

Die Kraft und Materie im Raume.
Das Problem der Krystallisation.

Von Herrn Dr. C. H. Vogler in Schaffhausen:

Der Künstler und Naturforscher Lorenz Spengler aus Schaffhausen.

Von Herrn Prof. Dr. F. Rudio in Zürich:

Über die Aufgaben und die Organisation internationaler mathematischer Kongresse.
Sur le but et l'organisation des congrès internationaux des mathématiciens.

Von dem Organisationskomitee des ersten internationalen Mathematikerkongresses:

Verhandlungen des ersten internationalen Mathematiker-Kongresses in Zürich vom 9.—11. August 1897. Herausg. von Ferdinand Rudio.

Vom Tit. Fries'schen Fond in Zürich:

Topographischer Atlas der Schweiz. Lieferung 47.

Von Graf Camillo Razoumosky in Wigstein:

Les Razoumosky.

Von Herrn P. Locher in Zürich:

Bonafuss, M.
Kamm. M.
Nebbim H. und
Krutzsch, E.
} Die Seidenzucht.

Von Herrn Prof. Dr. C. Mayer-Eymar in Zürich:

Descriptions de coquilles fossiles des terrains tertiaires supérieurs (Suite). Léon du Pasquier.

Die naturwissenschaftlichen und medizinischen Institute der Universität Bern. 1896.

Leoss, Arth., Recherches sur la faune parasitaire de l'Egypte. Part. I.

Sonsino, Pr., Contributo alle Entozoologia d'Egitto.

Deflers, A., les Asclepiadées de l'Arabie tropicale.

Maggi, Leop., Ricerche Morfologiche sul granio.

„ „ A proposito delle ossa bregmatiche nei fossili.

„ „ Placche osteod. interp. degli stegocefali.

„ „ Il canale cranio-faringeo.

„ „ Omologie craniali.

„ „ Altri resultati di ricerche morfologiche intorno ad ossa craniali, craniofacciali e fontanelle dell'uomo d'altri mammiferi.

„ „ Les os brogmatiques chez les fossiles.

„ „ Postfrontaux chez les mammifères.

Mayer-Eymar, C., Systematisches Verzeichnis der Fauna des untern Sahari-anum der Umgegend von Kairo, nebst Beschreibung der neuen Arten.

Von Herrn A. Bodmer-Beder in Zürich:

Ueber Olivindiabase aus dem Plessurgebirge.

Von der Tit. Stadtbibliothek in Zürich:

Wiesbaur, J. R. und Haselberger M., Beiträge zur Rosenflora von Oberösterreich, Salzburg und Böhmen.

Coulter, John M., The origin of Gymnospermes and the seed habit.

Strand, E., Enumeratio hymenopterum Norwegicorum.

„ „ Einige Fundorte für Aranciden im südlichen Norwegen.

Von Herrn Dr. Herm. Escher in Zürich.

77 Dissertationen naturwissenschaftlichen Inhalts.

Von dem tit. Eidgenössischen Oberbau-Inspektorat in Bern:

Graphische Darstellung der schweiz. hydrometischen Beobachtungen, sowie der Lufttemperaturen und Niederschläge für 1897.

Von Herrn Dr. E. Bucherer in Basel:

Ueber die Atmung der niederen und höheren Organismen.

Von Herrn Prof. Dr. G. Lunge in Zürich:

G. Lunge, Nachruf auf Victor Meyer.

„ Zur Frage der Chemikerprüfung.

„ und Ed. Cedercrentz, zur Analyse d. techn. Calciumcarbids und Acetylens und zur Reinigung des letztern.

G. Lunge, Ueber die Bestimmung der Bicarbonatkohlensäure.
„ und C. Millberg. Ueber das Verhalten der verschiedenen Arten von Kieselsäure zu kaustischen und kohlensauren Alkalien.
„ und Ed. Marmier. Untersuchungen über das Mond'sche Nickelverfahren zur Darstellung von Chlor.
„ Zur Analyse des Natriumbicarbonats.
„ Victor Meyer. †
„ The manufacture of sulphuric acid without lead chambers.
„ Remarks on the teaching of chemistry.
E. Harbeck und G. Lunge: Notiz über einige Methoden zur Bestimmung des Kohlenstoffes in Eisen.
„ „ Ueber die Einwirkung von Kohlenoxyd auf Platin und Palladium.
„ „ Quantitative Scheidung von Aethylen und Benzoldampf.
G. Lunge: Erklärung.
„ Ueber Abwässer von der Ammoniakfabrikation.

Von Herrn C. Bührer, Apotheker in Montreux:

Le climat du Valais.

Von Herrn C. Ott-Werner in Zürich:

Wetterbulletin der schweiz. meteorologischen Centralanstalt für 1887—1895.

Von Herrn Dr. J. B. Messerschmitt in Zürich:

Das schweizerische Dreiecknetz. Bd. VIII.

Von Herrn Dr. A. v. Schulthess-Schindler in Zürich:

Orthoptères des Somalis.

B. Im Tausch gegen die Vierteljahrsschrift.

a) Schweiz.

Aarau, Aargauische Naturforschende Gesellschaft. Mitteilungen, Heft 8.
Basel, Naturforschende Gesellschaft, Verhandlungen, Bd. XII, Heft 1.
Bern, Schweiz. Naturforschende Gesellschaft, Verhandlungen der 80. Jahresversammlung, Compte Rendu, für 1897.
Bern, Schweizerische Botanische Gesellschaft, Berichte, Heft 8, Beiträge, Bd. I, Heft 1.
Chur, Naturforschende Gesellschaft Graubündens, Jahresbericht. Neue Folge, Bd. XLI und Beilage.
Frauenfeld, Thurgauische Naturforschende Gesellschaft, Mitteilungen Bd. XIII.
Fribourg, Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles, Bulletin, Vol. VII, No. 1, 2.
Glarus, Naturforschende Gesellschaft, Neujahrsblatt Nr. 1.
Lausanne, Société Vaudoise des Sciences Nat., Bulletin No. 126—129.
Lausanne, Schweizerische Geologische Gesellschaft, Mitteilungen, Bd. V, No. 4—6.

Luzern, Naturforschende Gesellschaft, Mitteilungen, Heft 2.
Neuchâtel, Société des Sciences Naturelles, Bulletin, Tome XXI—XXV.
Neuchâtel, Société Neuchâteloise de Géographie, Bulletin Tome X.
Neuchâtel, Commission Géodésique Suisse, Procès-Verbal de 1898.
Schaffhausen, Schweizerische Entomologische Gesellschaft, Mitteilungen, Bd. X, No. 1, 2, 3, 4.
St. Gallen, Natuwissenschaftliche Gesellschaft, Bericht 1895/96.
Zürich, Redaktion der schweiz. Bauzeitung (A. Waldner), Bauzeitung 1897, No. 21—26, 1898, No. 1—26, 1. Sem. und 2. Semester No. 1—24.
Zürich, Schweizerische Meteorologische Centralanstalt, Annalen für 1895.
Zürich, Schweiz. Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen, Mitteilungen, Bd. VI.
Zürich, Museumsgesellschaft, Jahresbericht für 1897.
Zürich, Stadtbibliothek, Jahresbericht für 1897.
Zürich, Medizinisch-chirurgische Bibliothek. Zuwachsverzeichnis 1893—97.
Physikalische Gesellschaft, Jahresbericht IX.

b) Deutschland.

Bautzen, Naturwissenschaftliche Gesellschaft „Isis", Sitzungsberichte 1896/97.
Berlin, K. Preussische Akademie der Wissenschaften, Sitzungsberichte für 1897, No. 40—53, für 1898, No. 1—39.
Berlin, K. Preussisches Meteorologisches Institut, Bericht für 1897, Veröffentlichungen für 1895—1897 und Bericht über die Feier des 50jähr. Bestehens desselben.
Berlin, Physikalische Gesellschaft, Verhandlungen, Bd. XVI, No. 9—12, Bd. XVII, No. 1—9.
Berlin, Deutsche Chemische Gesellschaft, Berichte, 1897 No. 17—28, für 1898 No. 1—16.
Berlin, Gesellschaft Naturforschender Freunde, Sitzungsberichte für 1896.
Berlin, Botanischer Verein der Provinz Brandenburg, Verhandlungen, Jahrg. XXXIX.
Berlin, Deutsche Geologische Gesellschaft, Zeitschrift, Bd. XLIX, No. 3, 4, Bd. L, No. 1, 2.
Berlin, Naturwissenschaftlicher Verein für Neu-Vorpommern und Rügen, Mitteilungen, Bd. XXIX.
Bonn, Niederrheinische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde, Sitzungsberichte, 1897, No. 1, 2.
Bonn, Naturhistorischer Verein der Preussischen Rheinlande, Verhandlungen, Bd. LIV, No. 1 und 2.
Braunschweig, Verein für Naturwissenschaften, Jahresbericht 10 und Festschrift.
Bremen, Naturwissenschaftlicher Verein, Abhandlungen, Bd. XIV, No. 3, Bd. XV, No. 1 und 2.
Breslau, Schlesische Gesellschaft für Vaterländische Kultur, Jahresbericht LXXV und Suppl.

Darmstadt, Verein für Erdkunde, Notizblatt, IV. Folge, Heft 18.
Dresden, Naturwissenschaftliche Gesellschaft „Isis", Sitzungsberichte 1897, No. 2.
Dresden, Gesellschaft für Botanik und Gartenbau, Flora, Neue Folge 1 und Festschrift.
Dresden, K. Mineralog.-Geologisches und Praehistorisches Museum, Mitteilungen, 13 und 14.
Emden, Naturforschende Gesellschaft, Jahresbericht, 1896/97
Erlangen, Physikalisch-Medizinische Societät, Sitzungsberichte, Heft 29.
Frankfurt a. M., Physikalischer Verein, Jahresbericht, 1895/96, 1896/97.
Frankfurt a. M., Senckenbergische Gesellschaft, Abhandlungen, Bd. XXI, No. 1 und 2, Bd. XXIV, No. 1—3, Bericht für 1898 und Katalog.
Frankfurt a. d. O., Naturwissenschaftlicher Verein des Reg.-Bezirks Frankfurt a. d. O., Helios, Bd. XV und Societatum Lit., Vol. XI, No. 7—12, Vol. XII, No. 1—4.
Freiburg i. B., Naturforschende Gesellschaft, Berichte, Bd. X, No. 1—3.
Fulda, Verein für Naturkunde, Bericht 8.
Göttingen, K. Gesellschaft der Wissenschaften, Nachrichten für 1897, No. 2 und 3, 1898 No. 1—3.
Görlitz, Oberlausitzische Gesellschaft der Wissenschaften, Magazin Bd. LXXIII, Bd. LXXIV, No. 1 und 2, Codex Diplomaticus.
Greifswald, Geographische Gesellschaft, Jahresbericht, 6.
Halle a. d. S., K. Leopoldinisch-Carolinische Akademie der Naturforscher, Nova Acta, Bd. 68, 69. Leopoldina, 1897, No. 10—12, 1898, No. 1—10.
Halle a. d. S., Verein für Erdkunde, Mitteilungen, 1897, 1898.
Hamburg, Mathematische Gesellschaft, Mitteilungen, Bd. III, No. 7 und 8.
Hamburg, Naturwissenschaftlicher Verein, Verhandlungen, 4. Folge, Bd. V.
Hannover, Naturhistorische Gesellschaft, Festschrift 1797/1897 und Beilagen.
Kassel, Verein für Naturkunde, Abhandlungen und Bericht, 38, 52, 53.
Königsberg, Physikalisch-ökonomische Gesellschaft, Schriften, Jahrg. 38.
Krefeld, Verein für Naturkunde, Jahresbericht, II, III.
Landshut, Botanischer Verein, Bericht, XV.
Leipzig, Verein für Erdkunde, Mitteilungen, 1897.
Leipzig, Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen, Zeitschrift, Bd. LXX, No. 3—6, Bd. LXXI, No. 1 und 2.
Leipzig, Naturforschende Gesellschaft, Sitzungsberichte, Jahrg. XXII, XXIII.
Leipzig, K. Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften, Berichte für 1897, No. 4—6, 1898, No. 1—4, Abhandlungen, Bd. XXIV, No. 1—5.
Lüneburg, Naturwissenschaftlicher Verein für das Fürstentum Lüneburg, Jahreshefte XIV.
Magdeburg, Naturwissenschaftlicher Verein, Jahresberichte 1896/98.
München, K. Bayerische Akademie der Wissenschaften, Sitzungsberichte 1897, No. 3, 1898, No. 1 und 3.
München, Gesellschaft für Morphologie und Physiologie, Sitzungsberichte, Bd. XIII, No. 1—3, Bd. XIV No. 1.

Münster, Westfälischer Provinzial-Verein, Jahresbericht XXV.
Nürnberg, Naturhistorische Gesellschaft, Abhandlungen, Bd. X, No. 5, Bd. XI.
Osnabrück, Naturwissenschaftlicher Verein, Jahresbericht XII.
Passau, Naturhistorischer Verein, Bericht, XVII.
Potsdam, Astrophysikalisches Observatorium, Publikationen, Bd. XI.
Regensburg, Naturwissenschaftlicher Verein, Berichte, Heft 6.
Strassburg, Geologische Landesanstalt für Elsass-Lothringen, Mitteilungen Bd. IV, No. 5.
Strassburg, Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, des Ackerbaues etc., Monatsbericht 1897, No. 7—10, 1898, No. 1—7.
Strassburg, Industrie-Gesellschaft von Mülhausen, Preisaufgaben für 1899.
Stuttgart, Verein für vaterländische Naturkunde in Würtemberg, Jahreshefte, LIV.
Wiesbaden, Nassauischer Verein für Naturkunde, Jahrbücher, Jahrg. LI.
Würzburg, Physikalisch-Medizinische Gesellschaft, Sitzungsberichte für 1897.
Zwikau, Verein für Naturkunde, Jahresberichte, 1896, 1897.

c) Oesterreich.

Brünn, Ackerbaugesellschaft „Museum Francisceum" Annales 1896, 1897. Centralblatt 1897 und Museumsbericht 1897.
Brünn, Naturforschender Verein, Verhandlungen, Bd. XXXV, Meteorologischer Bericht XV.
Budapest, K. Ungarische Naturwissenschaftl. Gesellschaft, Berichte Bd. XIII.
Francé, R., der Organismus der Craspedomenaden.
Kohaut, R., Libelludidae Auct. Odonata Fabr.
Kurländer, J., Erdmagnetische Messungen in den Ländern der ungarischen Krone in den Jahren 1892/94.
Primics, G., Geologie des Csetrás-Gebirges
Róna, Z, Luftdruckverhältnisse Ungarns.
Szádeczky, G., Geologie des Zempleni-szigethegység.
Budapest, K. Ungarische Geologische Anstalt, Mitteilungen, Bd. XI, No. 6—8.
Budapest, K. Ungarische Geologische Anstalt Földtani Közlöny, Bd. XXVII, No. 8—12. Bd. XXVIII, No. 1—6. Jahresberichte, 1895, 1896.
Graz, Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark, Mitteilungen 1897.
Innsbruck, Ferdinandeum, Zeitschrift für Tirol und Vorarlberg, III. Folge. No. 41.
Klagenfurt, Naturhistorisches Landesmuseum, Jahrbuch, Bd. XXIV mit Beilage. Festschrift.
Klausenburg, Siebenbürgischer Museumverein, Sitzungsberichte, Bd. XXII, No. 1 und 2.
Krakau, Akademie der Wissenschaften, Anzeiger für 1897, No. 10—12, 1898, No. 1—10.
Linz, Verein für Naturkunde in Oesterreich ob der Enns, Jahresberichte XXVI, XXVII.

Prag, Böhmische K. Franz Joseph Akademie der Wissenschaften, Rozpravy, Bd. VI, No. 1, 2. Bulletin, Bd. IV, No. 1, 2.

Prag, Böhmische Kaiser Franz Gruss G. Základové Theoretické Astronomie.

Prag, Deutscher Polytechnischer Verein in Böhmen. Technische Blätter, Bd. XXIX, No. 3.

Prag, K. Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften, Sitzungsberichte 1897 No. 1, 2. Jahresbericht 1897.

Pressburg. Verein für Heil- und Naturkunde, Verhandlungen, Heft IX.

Reichenberg, Verein der Naturfreunde, Mitteilungen, Bd. XXIX.

Trencsen, Naturwissenschaftlicher Verein, Jahresheft, 1896/97.

Wien, K. K. Geologische Reichsanstalt, Abhandlungen, Bd. XVII, No. 4. Verhandlungen 1897, No. 11—18. 1898, No. 1—13. Jahrbuch 1897, No. 2—4, 1898 No. 1.

Wien, Oesterreichischer Touristen-Club, Mitteilungen, Jahrg. IX.

Wien, K. K. Zoologisch-Botanische Gesellschaft, Verhandlungen, Bd. XLVII,

Wien, K. K. Naturhistorisches Hofmuseum, Annalen, Vol. XI, No. 1—4, Vol. XII, No. 2.

Wien, K. K. Zentralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, Jahrbücher XXXI und XXXIV.

Wien, K. K. Akademie der Wissenschaften, Sitzungsberichte, Bd. 106 I, No. 1—10, Bd. 107 I, No. 1—5. Bd. 106 IIa, No. 1—10. Bd. 107 IIa, No. 1, 2. Bd. 106 IIb, No. 1—10. Bd. 107 IIb, No. 1—3. Bd. 106 III, No. 1—10 und Register zu Bd. 101—105.

Wien, Verein zur Verbreitung Naturwissenschaftlicher Kenntnisse, Schriften, Bd. XXXVIII.

d) Holland.

Amsterdam, Konink. Akademie v. Wetenschappen, Verhandelingen, I. Section Deel VI, No. 1—6. II. Section Deel VI, No. 1. 2. Verslagen van de Gewone Vergaderingen. Deel VI.

Haag, Sternwarte von Leiden, Annalen, Bd. VII.

Harlem, Société Hollandaise des Sciences, Archives, II. Série. Tome I, No. 2—5, Tome II, No. 1.

Harlem, Musée Teyler, Archives, II. Série, Vol V, No. 4, Vol. VI. No. 1—2.

Leyden, Nederlandsch Botanische Vereeniging, Archief, Série 3, Deel. I, No. 3 mit Beilage.

Leyden, Nederlandsch Botanische Vereeniging, Prodomus Floræ Bataviæ. Vol. I, mit Suppl. No. 1—5.

Luxemburg, Société Botanique du Grand Duché de Luxemburg, Recueil No. 13.

Utrecht, K. Niederländisches Meteorologisches Institut, Jaarbock, 1895/96.

e) Dänemark, Schweden, Norwegen.

Bergen, Bergens Museum, Sars. Crustacen Vol. II, No. 11, 12.

Bergen, Bergens Museum, Aarbog, 1897.

Kopenhagen, K. Danske Videnskabernes Selskabs, Oversigt, 1897, No. 4—6, 1898 No. 1—3.

Kopenhagen, Société Botanique de Copenhagen, Journal, Bd. XXI, No. 1—3, Bd. XII. No. 1. Festschrift 1890.
Lund, K. Universitätsbibliothek, Arsskrift, Tome XXXII.
Stockholm, Académie Royal des Sciences, Handlingar, Bd. XXIX, XXX.
Stockholm, Société Entomologique, Tidskrift, 1897, No. 1—4.
Stockholm, K. Vetenskaps Akademiens, Undersökning, Serie C, No. 161a, 161b, 163—171, 173—175.
Stockholm, K. Svenska Vetenskaps Akademiens, Bihang, Bd. XXIII, No. 1—4, Oefersigt, Vol. LIV.
Stavanger, Stavanger Museum, Aarsberetning, 1897.
Trondhyem, K. Norske Videnskabers Selskabs, Skrifter 1897.
Upsala, K. Gesellschaft der Wissenschaften, Acta, Nova, Serie III, Tomo VIII, No. 2.
Upsala, Universitätsbibliothek, Bulletin, Vol. III, No. 6, Arskrift, 1897.

f) Frankreich.

Angers, Société d'étude scientifique, Bulletin, N. S. Tome XXV. XXVI.
Autun, Société d'histoire naturelle, Bulletin, Tome IX.
Besançon, Société d'Emulation du Doubs, Mémoires, Série 6, Tome X, Série 7, Tome I.
Beziers, Société d'étude des sciences naturelles, Bulletin, Vol. XIX.
Bordeaux, Société Linnéenne, Actes, Vol. L.
Charleville, Société d'histoire naturelle des Ardennes, Bulletin, Série 1, Tome I—III.
Cherbourg. Société nationale des sciences naturelles, Mémoires, Tome XXX.
Lille, Société géologique du Nord, Annales, Tome XXIV, XXVI.
Lyon, Société d'agriculture de Lyon, Annales Série 7, Tome IV.
Lyon, Académie des sciences de Lyon, Mémoires, Série 3, Tome IV.
Lyon, Société d'Anthropologie, Bulletin, Tome XV, XVI, No. 1.
Marseille, Faculté des sciences de Marseille, Annales, Tome VIII, No. 5—10.
Montbéliard, Société d'émulation, Mémoires, Tome XXVI, No. 1.
Nancy, Société des sciences, Bulletin XXIX.
Nantes, Société des sciences naturelles, Bulletin, Tome VII, No. 1—4, Tome VIII, No. 1.
Paris, Société de Biologie, Comptes-Rendus, 1897, No. 35—40, 1898 No. 1—38.
Paris, Société des jeunes naturalistes, Feuilles No. 326—338 et Suppl.
Paris, Société Mathématique de France, Bulletin, Tome XXV, No. 8, 9, Tome XXVI, No. 1—9.
Paris, Société Botanique de France, Bulletin, Série 3, Tome I. No. 10, Tome IV, No. 7—9, Tome V, No, 1—5.
Paris, Société Géologique de France, Bulletin, Série 3, Tome XXIV, No. 9—11, Tome XXV, No. 1—8, Tome XXVI, No. 1.
Paris, Société scientifique de la France et de la Belgique, Bulletin, Vol. XXIV—XXX.

Paris, Comité International des poids et mesures, Procès-Verbaux 1897.
Paris, Ecole Polytechnique, Journal, Série 2, Tome II.
Paris, Musée d'histoire naturelle, Archives, Série 3. Tome IX.
Paris, Faculté des sciences de Toulouse, Annales, Tome XII, No. 1, 2.

g) Belgien.

Anvers, Société Royale de Géographie, Bulletin, Vol. XXI, Nr. 3, Tome XXII, No. 1, 2.
Bruxelles, Académie Royal des sciences, Bulletin, Tome XXX—XXXIII, Annuaire 1896/97. Note Biographiques et Bibliographiques 1896.
Bruxelles, Observatoire Royale des Bruxelles, Annales, N. S. Tome III, IV, VII. Annuaire LVI—LXIV. Bibliographie générale de l'Astronomie, Tome I, No. 2.
Bruxelles, Société Belge de Géologie, Palaeontologie et Hydrologie, Bulletin, Série 2 Tome X, No. 2, 3, Tome XI, No. 1—3.
Bruxelles, Société Belge de Microscopie, Annales, Tome XXII. No. 1, 2, Bulletin, No. 11, 12.
Bruxelles, Société Entomologique de Belgique, Annales, Tome XLI.
Bruxelles, Société Royale Malacologique de Belgique, Annales, Tome XXVIII à XXX, Tome XXI, No. 1. Mémoires, Tome VI. Procés-Verbaux 1895—1898.
Bruxelles, Société Royale de Botanique, Bulletin, Tome XXXVI.
Bruxelles, Société Royale des sciences de Liège, Mémoires, Série 2, Tome XX.

h) England.

Belfast, Natural History and Philosophical Society, Report and Proceedings 1896/97.
Bristol, Naturalists Society, Proceedings, N. S. Vol. VIII, No. 2.
Cambridge, Cambridge Philosophical Society, Proceedings, Vol. IX, No. 6—9, Transactions, Vol. XVI, No. 2—4, Vol. XVII, No. 1.
Dublin, Royal Dublin Society, Proceedings, N. S. Vol. VIII, No. 5, Transactions, Serie 2, Vol. V, No. 13, Vol. VI, No. 2—13.
Dublin, Royal Academy of Medicin in Ireland, Transactions, Vol. XV.
Dublin, Royal Irish Academy, Proceedings Serie 3, Vol. IV, No. 4—5. Transactions, Vol. XXXI, No. 1—6.
Edinburgh, Royal Society of Edinburgh, Transactions, Vol. XXXVIII, No. 3, 4. Vol. XXXIX, No. 1, Proceedings, Vol. XXI.
Edinburgh, Edingburgh Geological Society, Transactions, Vol. VII, No. 3.
Edinburgh, Royal Physical Society, Proceedings 1896/97.
Edinburgh, Royal Scottish Geographical Society, Magazine, Vol. XIV, No. 1—12.
Glasgow, Natural History Society, Transactions, N. S., Tome V, No. 1.
Liverpool, Liverpool Biological Society, Proceedings, Vol. X, Vol. XI, No. 1—2.
London, Linnean Society of London (Botany), Journal, No. 229—233, (Zoology) Journal No. 168—171, Proceedings, 1896/97.
London, Royal Geographical Society, Journal, 1897, No. 12, 1898 No. 1—12.

London, Royal Society, Proceedings, No. 381—404 Year-Book 1896/97.
London, Royal Microscopical Society, Journal, 1897, No. 6. 1898 No. 1—5.
London, Royal Institution of Great-Britain, Proceedings, Vol. XV, No. 2.
London, Mathematical Society, Proceedings, No. 609—654.
London, Zoological Society, Transactions, Vol. XIV, No. 5—7, Proceedings, 1897, No. 4, 1898, No. 1—3.
Manchester, Museums Owens College, Report 1897/88.

i) Italien.

Catania, Accademia Gioenia di Scienze Naturali, Bullettino L—LII, Atti, Serie 4, Vol. X.
Firenze, Società Botanica Italiana, Rivista, Vol. V, No. 9—12, Vol. VI, No. 1—10.
Milano, Reale Istituto Lombardo di Scienze Naturali, Rendiconti Serie 2, Vol. XXIX, Memoria, Vol. XVIII, No. 2, 3.
Milano, Società Italiana di Scienze Naturali, Atti, Vol. XXXVII, No. 2, 3.
Napoli, Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche, Rendiconti Serie 3, Tome III, No. 8—12, Vol. IV, No. 1—11.
Padua, Società Veneto-Trentina di Scienze Naturali, Bullettino, Tomo VI, No. 3.
Pisa, Società Toscana di Scienze Naturali, Atti, Vol. X e XII.
Roma, Reale Accademia dei Lincei, Atti, 1897 II, No. 9—12, 1898 I, No. 1—12, 1898 II, No. 1—10.
Roma, R. Comitato Geologico d'Italia, Bulletino, 1897, No. 1—4, 1898 No. 1, 2.
Roma, Società Romana di Antropologia, Atti, Vol. V, No. 2.
Roma, Società Romana per gli Studi Zoologici, Bullettino, Vol. VI, No. 5. 6, Vol. VII, No. 1, 2.
Revereto, R. Accademia di Scienze, Lettere ed Arti degli Agiati, Atti, Serie 3, Vol. III, No. 4, Vol. IV, No. 1, 2.
Torino, Reale Accademia delle Scienze, Memoria, Serie 2, Vol. XLVII, Atti, Vol. XXXIII, No. 1—15.

k) Spanien, Portugal.

Coimbra, Universidade Coimbra, Jornal, Vol. XIII, No. 3, 4.
Lisboa, Sociedade de Geographia, Boletin, Serie 16, No. 4—9.
Lisboa, Commissaos dos Trabalhos Geologico de Portugal, Études, Serie 2. Vol. 1.
Porto, Sciencias Naturaes, Annaes, Vol. IV, No. 4, Vol. V, No. 1—3.

l) Russland.

Dorpat, Naturforscher-Gesellschaft, Sitzungsberichte, Bd. XI.
Helsingfors, Finska Vetenskaps Societetens, Oefersigt, Tome XXXIX.
Helsingfors, Societatis Scientiarum, Fennicae, Acta, Tome XXII, XIII.
Helsingfors, Institut Météorologique Central, Observations en 1896, Résumé 1881/90.
Helsingfors, Commission géologique de la Finlande, Bulletin 7, Kartbladet, No. 32, 33.

Kiew, Société des Naturalistes, Mémoires, Tome XIV, No. 2, Tome XV, No. 1, 2.
Moscou, Société Impériale des Naturalistes, Bulletin 1897, No. 2—4, 1898, No 1.
Riga, Technischer Verein, Industrie-Zeitung, 1897, No. 21—24, 1898, No. 1—20.
Riga, Naturforscher-Verein, Korrespondenzblatt, Bd. 40, 41.
St. Petersburg, Comité Géologique, Bulletin, Vol. XVI, No. 3—9 et Suppl. Vol. XVII, No. 1—5, Mémoires, Vol. XVI, No. 1.
St. Petersburg, K. Physik. Central-Observatorium, Annales, 1896, No. 1, 2.
St. Petersburg, Académie Impériale des Sciences, Bulletin, Série 5, Tome VII, No. 2—5, Tome VIII, No. 1—4, Mémoires, Vol. V, No. 6, 7 et 9.
St. Petersburg, K. Russische Mineralogische Gesellschaft, Verhandlungen, Serie 2, Tome XXXIV, No. 2, Materialien z. Geologie Russlands Bd. XVIII.

m) Nord-, Süd- und Central-Amerika.

Austin, Texas Academy of Sciences, Transactions, Vol. II, No. 1.
Boston, American Academy of Arts and Sciences, Proceedings, XXXII, No. 16, 17, XXXIII, No. 1—27, XXXIV, No. 1.
Boston, Society of Natural History, Mémoires, Vol. V, No. 3, Proceedings, Vol. XXVIII, No. 6—12.
Buenos-Aires, Academia Nacional de Ciencias, Boletin, Tomo XV, No. 4.
Buffalo, Society of Natural Sciences, Bulletin, Vol. V, No. 5, Vol. VI, No 1.
Cambridge, Museum of Comparative Zoology, Report Annual 1896/97, XXVIII, No. 4, 5, Bulletin, Vol. XXXI, No. 3—7, XXXII, No. 1—8,
Chapel Hill, Elisha Mitchell Scientific Society, Journal, Vol. XIV, No. 1.
Cincinnati, Society of Natural History, Journal, Vol. XIX, No. 3, 4, and Suppl.
Des Moines, Iowa Geological Survey, Report Vol. VI, VII,
Halifax, Nova Scotian Institute of Science, Proceedings, Vol. IX, No. 3.
Lawrence, Kansas University, Journal quarterly, Vol. VI, No. 3, 4, Vol. VII, No. 1—3.
Lincoln, University of Nebraska, Bulletin, No. 50—54.
Madison, Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Lettres, Transactions, Vol. XI.
Meriden, Meriden Scientific Association, Transaction, Vol. VIII.
Mexico, Observatorio Astronomico Nacional de Tacubaya, Anuario, XVIII, Boletin Tomo II, No. 2 y 4.
Mexico, Observatorio Meteorologico Central, Boletin Sept. 1897.
Mexico, Sociedad „Antonio Alzate", Memorias, Tomo XI, No. 1—8.
Montevideo, Museo Nacional de Montevideo, Annals, Tomo II, No. 8, 9.
New York, New York Academy of Sciences, Transactions, Vol. XVI, Annals, Vol. IX, No. 6—12, Vol. XI. No. 1.
New York, American Mathematical Society, Bulletin, Series 2, Tome IV, No. 1—10, Tome V, No. 1,
Ottawa, Royal Society of Canada, Proceedings, Series 2, Vol. II, III.
Ottawa, Commission géologique du Canada Rapport, Vol. VIII et cartes.
Parà, Museo Paraense Boletin, Vol. II, No. 2, 3.

Philadelphia, Wagner Free Institute of Science, Transactions, Vol. V.
Philadelphia, Academy of Natural Sciences, Proceedings 1897, No. 2 and 3, 1898, No. 1.
Philadelphia, Zoological Society, Report, Vol. XXVI.
Salem, Essex Institute, Bulletin, Vol. XXVI, No. 3—12, XXVII, No. 1—12, XXVIII, No. 1—6, XXIX, No. 1—6.
Salem, American Association for the Advancement of Science, Proceedings, Vol. XLVI.
San Francisco, California Academy of Sciences, Papers V. (Zoology) Proceedings, Series 3, Vol. I, No. 4, 5. (Geology) Proceedings, Series 3, Vol. I, No. 2, 3. (Botany) Proceedings, Series 3, Vol. I, No. 3.
Santiago, Société scientifique du Chili, Actes, Tome VII, No. 2—5.
Saint Louis, Missouri Botanical Garden, Repotr, Vol. VIII, IX.
Toronto, Canadian Institute, Transactions, Vol. V, No. 2 and Suppl. Proceedings, Vol. I, No. 4, 5.
Tufts, Tufts College, Studies 5.
Washington, U. S. Geological Survey, Report, XVII, No. 1, 2.
Washington, U. S. Departement of Agriculture, Yearbook, 1897.
Washington, Bureau of American Ethnology, Report XVI.
Washington, Smithsonian Institution, Miscellania Collections, No. 1048, 1087, 1090, No. 1093, 1125, 1126. The History of its First Halfs Century 1846/96. Report 1895.
Washington, Smithsonian Institution, U. S. Nat. Museum, Proceedings, Vol. XIX.

n) Uebrige Länder.

Batavia, Konink Naturkundige Vereeniging in Nederl.-Indië, Tijdschrift, Deel LVII.
Batavia, Magnetical and Meteorolog. Observatory, Observations, Vol. XIX, Regenwaarnemingen, 1896.
Bombay, Royal Asiatic Society, Journal. Vol. XIX, No. 53.
Brisbane, Royal Society of Queensland, Proceedings Vol. XIII.
Cape Town, South African Philosophical Society, Transactions, Vol. IX, No. 1, 2.
Calcutta, Geological Survey of India, Records, Vol. XXX, No, 4, Memoirs, Vol. XXV, XXVI, Vol. XXVII, No. 2. Memoirs Series 15, Vol. II, No. 1, Series 16, Vol. I, No. 1—3, Series 15, Vol. I, No. 4.
Calcutta, Asiatic Society of Bengal, Proceedings 1897, No. 5—11, 1898, No. 1—8. Journal, Vol. LXV, LXVI. Part. 2, No. 1—4, LXVII, Part. 2, No. 1, 2, LXVII, Part. 3, No. 1.
Melbourne, Royal Society of Victoria, Proceedings, Vol. X, No. 1, 2.
Sydney, Australian Museum, Memoirs, Vol. III, No. 5, 6. Records, Vol. III, No. 3, 4.
Sydney, Royal Society of New South Wales, Journal, Vol. XXXI.
Tokio, Deutsche Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens, Mitteilungen (Sprichwörter).
Tokto, Imperial University of Japan, Calendar 1896/97.
Wellington, New Zealand Institute, Transactions and Proceedings Vol. XXIX.

C. Anschaffungen.

Akademien und Allgemeines.

American Naturalist, No. 371—383.
Science, No. 140—192.
Biologisches Centralblatt für 1897 No. 22—24, für 1898 No. 1—22.
Archiv für Anthropologie. Bd. XXV, No. 1—4.
Zeitschrift für wissenschaftliche Microscopie. Bd. XIV, No. 3, 4, Bd. XV, No. 1, 2.
American Journal of Science (Silliman) 1897, No. 10—12, 1898, No. 1—12.
Archiv für die gesamte Physiologie, Bd. LXIX, No. 1—12, Bd. LXX, No. 1—12, LXXI, No. 1—12, LXXII, No. 1—12, Bd. LXXIII, No. 1—9.
Philosophical Magazine, No. 270—282.
Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. L, No. 4, LI, No. 1—4, Bd. LII, No. 1—4, Bd. LIII, No. 1, 2, Register zu Bd. XLI—L.
Denkschriften der K. K. Akademie der Wissenschaften in Wien, Bd. LXIV.
Journal quarterly of microscop. Science, Vol. XXXIX, No. 4, Vol. XL, No. 3, 4, Vol. XLI No. 1, 2.
Denkschriften der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft der Naturwissenschaften, Bd. XXXIII, No. 2.
Philosophical Transactions, Vol. CLXXXIX B, Vol. CXC A.
Verhandlungen der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte, Session 69 in Braunschweig.
Compte rendu de l'association Française pour l'avancement des sciences, Session 20—26.
Archivio per Antropologia e la Etnologia, Vol. XXVII, No. 3, Vol. XXVIII, No. 1.
Verhandlungen der K. Leopoldinisch-Carolinischen Akademie der Naturforscher, Bd. XXXVI—IXL und LI—LXVII.
Mémoires de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux arts de Belgique, Vol. LIII.
Année Biologique, Vol. II.

Astronomie, Meteorologie.

Astronomische Nachrichten, No. 3460—3529.
Astronomisches Jahrbuch für 1900.
Connaissance des temps pour 1900.
Meteorologische Zeitschrift 1897, No. 12, 1898, No. 1—11.

Botanik.

Engler und Prantl: Die natürlichen Pflanzenfamilien, Liefg. 169—183.
Rabenhorst: Kryptogamenflora, IV. Bd., III. Abtg. Laubmoose, Liefg. 32, 33. I. Bd., IV. Abtg., Pilze, Liefg. 59—62.
Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Bd. XXXI, No. 3, 4, Bd. XXXII, No. 1—4.
Deutsche botanische Monatsschrift, 1898, No. 1—11.

Hedwigia, Bd. XXXVI, No. 6, Bd. XXXVII, No. 1—5.
Bibliotheca Botanica, Heft 43, 44, No. 2, 45, No. 1, 2.
Journal de Botanique, 1897, No. 20—23, 1898, No. 1—18.
Annales des sciences nat. Botanique, Série 8, Tome V, No. 1—6, Tome VI, No. 1—3.
Annales du jardin botanique de Buitenzorg, Suppl. I, II et Vol. XV, No. 1, 2.
Annals of Botany, No. 44—48.
Hooker, Flora of British India, Vol. VI, VII.

Geographie, Ethnographie.

Internationales Archiv für Ethnographie, Bd. X. Heft 6, Bd. XI, No. 1—4 und Suppl.
Mitteilungen der k. k. geographischen Gesellschaft in Wien, Bd. XL., No. 9—12, Bd. XLI, No. 1—6.
Geographisches Jahrbuch, Bd. XX, Part 2.
Forschungen der deutschen Landes- und Volkskunde, Bd. XI, No. 1—3.
Jahrbuch des schweiz. Alpenklubs, Bd. XXXIII und Beilage.
Geographische Abhandlungen, Bd. VI, No. 2, 3.
Voyage of H. M. S. Challenger, Botany, Voll II. Deep-Sea Deposits.

Geologie, Petrographie, Mineralogie und Palaeontologie.

Annales des Mines, 1897, No. 10—12. 1898, No. 1—10.
Mineralogische und Petrographische Mitteilungen, Bd. XVII, No. 6, Bd. XVIII, No. 1.
Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie, Palaeontologie, 1897, II, No. 3, 1898, I, 1—3, II, 1—3. Beilageband XI, No. 3, XII, No. 1.
Beiträge zur Palaeontologie und Geologie Oesterreich-Ungarns und des Orients, Bd. XI, No. 3, 4.
Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie, Bd. XXIX, No. 3—6, Bd. XXX, No. 1—5.
Geological Magazine, No. 401.—413
Journal quarterly of the geological Society, Vol. LIII, No. 4, Vol. LIV, No. 1—3.
Abhandlungen der schweiz. palaeontologischen Gesellschaft, Bd. XXIV.
Palaeontologische Abhandlungen, Bd. VIII, No. 1, 2.
Geognostische Jahreshefte, Jahrg. IX, Part 2.

Mathematik.

Messenger of Mathematics, Vol. XXVII, No. 4—12, Vol. XXVIII, No. 1—5.
Archiv für Mathematik und Physik, II. Reihe, Teil 16, No. 1—3.
Journal quarterly of Mathematics, No. 115—118.
Journal für reine und angewandte Mathematik, Bd. CXIX, No. 1—4.
Journal de Mathématique, Série 5, Tome III, No. 3, 4, Tome IV No. 1—4.
Giornali di Matematiche, Vol. XXXV, No. 11, 12, Vol. XXXVI, No. 1—10.
Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik, Bd. XXVI, No. 3, Bd. XXVII, No. 1, 2.
Rivista di Matematica, Tome VI, No. 2.

Physik, Chemie.

Annalen der Chemie von Liebig, Bd. CCIXC—CCCII und CCCIII, No. 1, 2.
Annalen der Physik und Chemie für 1897, 12, 13, für 1898, No.1—12.
Beiblätter zu denselben für 1897, No. 11 12, für 1898, No. 1—11.
Gazzetta chimica Italiana Anno, 27, Part II, No. 5, 6, Anno 18, Part I, No. 1 a 6, Part. II, No. 1—3.
Gerland: Beiträge zur Geophysik, Bd. III, No. 3, 4.
Annales de Chimie et de Physique pour 1897, No. 12, pour 1898, No. 1—12.
Zeitschrift für physikalische Chemie, Bd. XXIV, No. 4, Bd. XXV, XXVI und Bd. XXVII, No. 1—3.
Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie für 1891, No. 4—6, für 1892, No. 1—3, für 1896 No. 1, 2 und Register für 1877/86 No. 1—4.
Journal für praktische Chemie für 1897 No. 21—24, für 1898 No. 1—20.
Journal de Physique, pour 1897, No. 11—12, pour 1898 No. 1—11.
American Chemical Journal, Vol. XIX, No. 4—10, Vol. XX, No. 1—4 und No. 8.

Zoologie.

Archiv für Naturgeschichte, Bd. LVIII, Part II, No. 1, Bd. LXIII, Part I, No. 2, 3, Bd. LXIV, Part. I, No. 1, 2.
Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Tiere, Bd. XVI, No. 4.
Eimer, Die Entstehung der Arten, II. Teil.
Transactions of the London Entomological Society for 1897, No. 4 and 5, for 1898, No. 1, 2.
La Cellule, Tome XIII, No. 2, Tome XIV No. 1, 2, Tome XV, No. 1.
Mitteilungen der zoologischen Station in Neapel, Bd. XIII. No. 1—3.
Annales des Sciences naturelles, Zoologie, Série 8, Tome IV, No. 4—6, Tome V, No. 1—6, Tome VI, No. 1—6, Tome VII, No. 1—6, Tome VIII, No. 1—3.
Zoologischer Jahresbericht für 1897.
Zoologica, Heft XXIV.
Ergebnisse der Plankton-Expedition, Bd. I, B, Bd. II, E b, c, a B, a C, Bd. II F d, e, f, Bd. II G c, Bd. II H c, d, f, g, Bd. II J, Bd. II K a, b, c, e, Bd. IV, M a, A.

Mitgliederverzeichnis

der

Naturforschenden Gesellschaft in Zürich

(31. Dezember 1898).

a. Ordentliche Mitglieder.

			Aufn. Jahr.
1.	Hr.	Escher, J., Dr. a. Oberrichter	1846
2.	-	Rahn-Meyer, C., Dr. med.	1854
3.	-	Pestalozzi, Herm., Dr. med.	1854
4.	-	Sidler, G., Dr. Professor, Bern	1855
5.	-	Cramer, C., Dr. Professor	1856
6.	-	Escher-Hess, C.	1856
7.	-	Graberg, Fr., Zeichenlehrer	1860
8.	-	Goll, Fr., Dr. Professor	1862
9.	-	Lehmann, Fr., Dr. med.	1862
10.	-	Huber, P. E., Oberst	1863
11.	-	Kym, A. L., Dr. Professor	1863
12.	-	Lommel, Eug., Dr. Professor, München	1865
13.	-	Weilenmann, Aug., Dr. Professor	1866
14.	-	Fiedler, Wilh., Dr. Professor	1867
15.	-	Merz, Victor, Dr. Professor, Basel	1867
16.	-	Gusserow, A., Dr. Professor, Berlin	1868
17.	-	Rose, E., Dr. Professor, Berlin	1868
18.	-	Schoch, G., Dr. Professor	1868
19.	-	Beck, Alex., Dr. Professor	1870
20.	-	Fliegner, A., Professor	1870
21.	-	Heim, Alb., Dr. Professor	1870
22.	-	Affolter, F., Dr. Professor	1870
23.	-	Suter, Heinrich, Dr. Professor	1871
24.	-	Bollinger, Otto, Dr. Professor, München	1871
25.	-	Pestalozzi, Salomon, Ingenieur	1872

		Aufn. Jahr.
26.	Hr. Schulze, Ernst, Dr. Professor	1872
27.	- Mayer-Eymar, Carl, Dr. Professor	1872
28.	- Tobler, Adolf, Dr. Professor	1873
29.	- Billwiller, R., Direktor der meteorol. Centralanstalt	1873
30.	- Kleiner, A., Dr. Professor	1873
31.	- Gnehm, R., Dr. Professor	1873
32.	- Seitz, J., Dr. med. Privatdocent	1874
33.	- Stickelberger, L., Dr. Professor, Freiburg i. B.	1874
34.	- Wundt, Wilh., Dr. Professor, Leipzig	1874
35.	- Escher, Rud., Professor	1874
36.	- Ott, C.	1874
37.	- Weber, Friedr., Apotheker	1875
38.	- Weber, H. F., Dr. Professor	1875
39.	- Meister, J., Professor, Schaffhausen	1875
40.	- Stoll, O., Dr. Professor	1875
41.	- Keller, Konr., Dr. Professor	1875
42.	- Lunge, G., Dr. Professor	1876
43.	- Tetmajer, L., Professor	1876
44.	- Mollet, Th., Architekt	1877
45.	- Gröbli, W., Dr. Professor	1877
46.	- Brunner, R., Chemiker, Küsnacht	1877
47.	- Schöller, C., Fabrikant	1878
48.	- Huguenin, G., Dr. Professor	1878
49.	- Schröter, C., Dr. Professor	1878
50.	- Keller, J., Dr. Privatdocent	1879
51.	- Stebler, F., Dr. Privatdocent	1879
52.	- Abeljanz, H., Dr. Professor	1880
53.	- v. Wyss, Hs., Dr. Professor	1880
54.	- v. Liliencron, Carl, Apotheker	1880
55.	- Ganter, H., Dr. Professor, Aarau	1880
56.	- Wolfer, A., Professor	1880
57.	- Haab, O., Dr. Professor	1880
58.	- Rothpletz, A., Dr. Professor, München	1880
59.	- Denzler, Alb., Dr. Privatdocent	1881
60.	- Rudio, F., Dr. Professor	1881
61.	- Maurer, Jul., Dr., Adjunkt der meteorol. Centralanstalt	1881
62.	- Goldschmidt, H., Dr. Professor, Heidelberg	1881
63.	- Egli-Sinclair, Th., Dr. med.	1881
64.	- Constam, J. E., Dr. Privatdocent	1881
65.	- v. Beust, Fritz, Dr.	1881
66.	- Beyel, C., Dr. Privatdocent	1882
67.	- Keller, C. C., Dr. Kantonsapotheker	1882
68.	- Imhof, O. E., Dr., Brugg	1882
69.	- Bühler, A., Dr. Professor, Tübingen	1882
70.	- Kronauer, Hs., Dr.	1883

			Aufn. Jahr.
71.	Hr.	Ritter, W., Dr. Professor	1883
72.	-	Schottky, Fr., Dr. Professor, Marburg	1883
73.	-	Stockar, Egbert, Dr.	1883
74.	-	Wyss, Oskar, Dr Professor	1883
75.	-	Burkhard-Streuli, W., Ingenieur	1883
76.	-	Mende-Ernst, Th., Dr. med.	1883
77.	-	Escher-Kündig, J. C.	1883
78.	-	Geiser C. F., Dr. Professor	1883
79.	-	Schwarzenbach Julius, Thalweil	1883
80.	-	Schwarzenbach-Zeuner, R.	1883
81.	-	Bodmer, Caspar	1883
82.	-	Stadler, S., Dr. Rektor	1883
83.	-	v. Muralt- v. Planta, W., Dr. med.	1883
84.	-	Guble E., Dr Seminarlehrer	1884
85.	-	Zollinger Ernst, Fabrikant	1884
86.	-	Bertschinger, A., Dr., Stadtchemiker	1884
87.	-	Rosenmund, Alb., Apotheker	1884
88.	-	Culmann, Paul, Dr., Paris	1885
89.	-	Sieben, Dr., Mineralwasser-Fabrikant	1885
90.	-	Mertens, E., Privatdocent	1886
91.	-	Gaule, J., Dr. Professor	1887
92.	-	Lüscher, G., Apotheker	1887
93.	-	Fick, A., Dr. Privatdocent	1887
94.	-	v. Monakow, C., Dr. Professor	1887
95.	-	v. Wyss, G. H., Dr. Privatdocent	1887
96.	-	Koch-Vlierboom, E.	1887
97.	-	Wenck, E., Dr.	1888
98.	-	Emden, Dr. Privatdocent, München	1888
99.	-	Krönlein, U., Dr. Professor	1888
100.	-	Glauser, J. D., Ingenieur	1888
101.	-	Flury, Ph., Assistent	1888
102.	-	Huber, E., Direktor	1888
103.	-	Annaheim, J., Dr.	1888
104.	-	Messerschmitt, J. B., Dr. Privatdocent	1889
105.	-	Bommer, A., Apotheker	1889
106.	-	Hommel, A., Dr. med.	1889
107.	-	Bänziger, Th., Dr. med.	1889
108.	-	v Schulthess, A., Dr. med.	1889
109.	-	Zschokke, E., Dr. Professor	1889
110.	-	Standfuss, M., Dr. Privatdocent	1889
111.	-	Grimm, A., Dr. med.	1889
112.	-	Schall, K., Dr. Privatdocent	1889
113.	-	Ritzmann, E., Dr. med.	1889
114.	-	Bleuler, H., Oberst, Schulratspräsident	1889
115.	-	Heuscher, J., Dr. Professor	1889

			Aufn. Jahr.
116.	Hr.	Siber, M., Forstmeister, Winterthur	1889
117.	-	Lang, A., Dr. Professor	1889
118.	-	Fiedler, E., Dr. Professor	1889
119.	-	Schinz, Hs., Dr. Professor	1889
120.	-	Aeppli, A., Dr. Professor	1889
121.	-	Martin, P., Dr. Professor	1889
122.	-	Stöhr, Ph., Dr. Professor, Würzburg	1889
123.	-	Bodmer-Beder, A.	1890
124.	-	Overton, E., Dr. Privatdocent	1890
125.	-	Zschokke, A., Dr. Direkt. d. Weinbauschule, Neustadt (Pfalz)	1890
126.	-	Pfister, R., Dr., Lyon	1890
127.	-	Gamper, Apotheker, Winterthur	1890
128.	-	Bretscher, K., Lehrer	1890
129.	-	Pernet, J., Dr. Professor	1890
130.	-	Martin, R., Dr. Privatdocent	1890
131.	-	Ebert, R., Dr. Chemiker	1890
132.	-	Roth, O., Dr. Professor	1891
133.	-	Feist, Fr., Dr. Privatdocent	1891
134.	-	Felix, W., Dr. Professor	1891
135.	-	Müller, Dr. Professor, Wädensweil	1891
136.	-	Ris, F., Dr. med. Direktor, Rheinau	1892
137.	-	Driesch, Hs., Dr., Neapel	1892
138.	-	Herbst, K., Dr., Neapel	1892
139.	-	Fritschi, F., Sekundarlehrer	1892
140.	-	Bosshard, H., Sekundarlehrer	1892
141.	-	Swerinzew, L., Dr., Petersburg	1892
142.	-	Hurwitz, Ad., Dr. Professor	1892
143.	-	Hartwich, C., Dr. Professor	1892
144.	-	Zuppinger, E., Fabrikant, Wallisellen	1892
145.	-	Disteli, M., Dr., Strassburg	1892
146.	-	Werner, A., Dr. Professor	1892
147.	-	Hofer, J., Lithograph	1892
148.	-	Zuberbühler, Sekundarlehrer, Wädensweil	1892
149.	-	Franel, J., Professor	1892
150.	-	Denzler, W., Ingenieur, Küsnacht	1892
151.	-	Bührer, A., Apotheker, Clarens-Montreux	1893
152.	-	Beyme, F., Dr. med., St. Gallen	1893
153.	-	Wyssling, W., Professor, Wädensweil	1893
154.	-	Ribbert, H., Dr. Professor	1893
155.	-	Kleiber, A., Dr. Kantonschemiker, Glarus	1893
156.	-	Wettstein, Walter, Sekundarlehrer	1893
157.	-	Kündig, J., Dr. Privatdocent	1893
158.	-	Ulrich, C., Architekt	1893
159.	-	Bamberger, E., Dr. Professor	1893
160.	-	Meister, O., Chemiker, Thalweil	1893

			Aufn. Jahr.
161.	Hr.	Winterstein, E., Dr. Privatdocent	1893
162.	-	Meister, Sekundarlehrer, Dübendorf	1893
163.	-	Grubenmann, U., Dr. Professor	1893
164.	-	Bissegger, E., Direktionssekretär der Rentenanstalt	1893
165.	-	Stauffacher Dr. Professor, Frauenfeld	1893
166.	-	Gysi, A., Dr. med.	1893
167.	-	Rüttimann, Dr. med., Malters	1893
168.	-	Schulthess, W., Dr. med.	1893
169.	-	Oppliger F., Dr. Seminarlehrer, Küsnacht	1893
170.	-	Sokolowsky, Kunstgewerbeschullehrer	1894
171.	-	Rohbeck, K., Professor, Przemysl, Galizien	1894
172.	-	Claraz, G.	1894
173.	-	Stodola, A., Professor	1894
174.	-	Prášil, F., Professor	1894
175.	-	Treadwell, F. P., Dr. Professor	1894
176.	-	Wild, P. F., Firma Orell Füssli & Cie.	1894
177.	-	Grete, E., Dr. Privatdocent	1894
178.	-	Schärtlin, F., Dr. Direktor der Rentenanstalt	1894
179.	-	Rickli, M., Dr. Seminarlehrer	1894
180.	-	Kiefer, A., Dr. Professor Institut Concordia	1894
181.	-	Hescheler, C., Dr Assistent und Privatdocent	1894
182.	-	Bertsch, Dr., Institut Concordia	1895
183.	-	Bloch, Dr. Professor, Solothurn	1895
184.	-	Offenhäuser Fabrikant, Landikon	1895
185.	-	Stebler, R., Lehrer	1895
186.	-	Lehner, Friedr., Dr Direktor	1895
187.	-	Wartenweiler Sekundarlehrer, Oerlikon	1895
188.	-	Früh, J., Dr Privatdozent	1895
189.	-	Wehrli, L., Dr., Zürich	1895
190.	-	Kehlhofer, W., Wädensweil	1895
191.	-	Looser, Friedr., Ingenieur	1895
192.	-	Schellenberg, Hans, Dr.	1895
193.	-	Lüdin, E., Dr. Professor, Winterthur	1896
194.	-	Burri, R., Dr.	1896
195.	-	Frei, Hs., Dr. Seminarlehrer, Küsnacht	1896
196.	-	Lacombe, M., Professor	1896
197.	-	Schwere, S., Dr., Aarau	1896
198.	-	Künzler, Gust., Professor, Biel	1896
199.	-	Brunner, Fr., Dr. med.	1896
200.	-	Krämer, A., Dr. Professor	1896
201.	-	Bourgeois, C., Professor	1896
202.	-	Holliger, W., Seminarlehrer, Wettingen	1896
203.	-	Eggeling, H., Dr. med., Strassburg	1896
204.	-	Vogel, Th., Apotheker	1896
205.	-	Forrer, A., Apotheker, Winterthur	1896

			Aufn. Jahr.
206.	Hr.	Schellenberg, V., Tierarzt	1896
207.	-	Herzog, A., Dr. Professor	1896
208.	-	Zürcher, Ed., Ingenieur	1896
209.	-	Kopp, Rob., Dr. Privatdocent	1896
210.	-	Minkowski, H., Dr. Professor	1896
211.	-	Raths, Jak., Sekundarlehrer, Volketsweil	1897
212.	-	Lorenz, R., Dr. Professor	1897
213.	-	Studer, Hch., Ingenieur, Bendlikon	1897
214.	-	Bützberger, Fr., Dr. Professor	1897
215.	-	Burkhardt, Hch., Dr. Professor	1897
216.	-	Bachmann, Hs., Dr. Professor, Luzern	1897
217.	-	Engler, Arn., Professor	1898
218.	-	Ruge, Georg, Dr. Professor	1898
219.	-	v. Frey, Max, Dr. Professor	1898
220.	-	Höber, Rud., Dr.	1898
221.	-	Schäfer, R. W., Dr. (z. Z. in Baden-Baden)	1898
222.	-	Volkart, Carl Seb., Sekundarlehrer, Pfäffikon (Kt. Z.)	1898
223.	-	Sperber, Joach., Dr.	1898
224.	-	Wegmann, Gust., Ingenieur, Villa Hohenbühl	1898
225.	-	Fisch, Ernst, Dr.	1898
226.	-	Gouzy, Edmund August, Professor	1898
227.	-	Schoch-Etzensperger, Emil, Kaufmann	1898
228.	-	Erismann, Friedrich, Dr. Professor	1898

b. Ehrenmitglieder.

1.	Hr.	Fick, Ad., Dr. Professor, Würzburg	1869
2.	-	Fischer, L. v., Dr. Professor, Bern	1883
3.	-	Wartmann, B., Dr. Professor, St. Gallen	1883
4.	-	Kohlrausch, F., Dr. Professor, Berlin	1883
5.	-	v. Kölliker, A., Dr. Professor, Würzburg	1891
6.	-	Virchow, R., Dr. Professor, Berlin	1891
7.	-	Amsler-Laffon, J., Dr. Professor, Schaffhausen	1894
8.	-	v. Wild, H., Dr., Direktor	1895
9.	-	Hasse, C. E., Dr. Professor, Hannover	1896
10.	-	Zeuner, G., Dr. Professor, Dresden	1896
11.	-	Christoffel, E. B., Dr. Professor, Strassburg	1896
12.	-	Reuleaux, F., Dr. Professor, Berlin	1896
13.	-	Dedekind, R., Dr. Professor, Braunschweig	1896
14.	-	Gräffe, E. H., Dr., Triest	1896
15.	-	Eberth, Carl Jos., Dr. Professor, Halle a. S.	1896
16.	-	Wislicenus, J., Dr. Professor, Leipzig	1896
17.	-	Hermann, L., Dr. Professor, Königsberg	1896

		Aufn. Jahr.
18.	Hr. Reye, Th., Dr. Professor, Strassburg	1896
19.	- Schär, Ed., Dr. Professor, Strassburg	1896
20.	- Weber, Hch., Dr. Professor, Strassburg	1896
21.	- Schwarz, H. A., Dr. Professor, Berlin	1896
22.	- Choffat, Paul, Dr., Lissabon	1896
23.	- Frobenius, G., Dr. Professor, Berlin	1896
24.	- Hantzsch, A., Dr. Professor, Würzburg	1896
25.	- Forel, F. A., Dr. Professor, Morges	1896
26.	- Hagenbach-Bischoff, E., Dr. Professor, Basel . . .	1896
27.	- Lang, F., Dr. Professor, Solothurn	1896

c. Korrespondierende Mitglieder.

1.	Hr. Cornaz, Dr., Neuchâtel	1856
2.	- Girard, Dr., Washington	1857
3.	- de Margerie, Dr., Paris	1883

Vorstand und Kommissionen.

Vorstand.		Gewählt oder bestätigt.
Präsident:	Hr. Rudio, F., Dr. Professor	1898
Vicepräsident:	- Escher-Kündig, J.	1898
Sekretär:	- Werner, A., Dr. Professor	1894
Quästor:	- Kronauer, Hs., Dr.	1898
Bibliothekar:	- Schinz, Hs., Dr. Professor	1898
Beisitzer:	- Ritter, W., Dr. Professor	1898
	- Grubenmann, U., Dr. Professor	1898

Druckschriften-Kommission.

Präsident: Hr. Rudio, F., Dr. Professor.
Mitglieder: - Heim, A., Dr. Professor.
- Lang, A., Dr. Professor.

Engere Bibliotheks-Kommission (Fachbibliothekare).

Präsident: Hr. Schinz, Hs., Dr. Professor.
Mitglieder: - Bodmer-Beder, A.
- Martin, R., Dr.
- Feist, Fr., Dr.
- Bretscher, K.

Die **weitere Bibliotheks-Kommission** besteht aus dem Präsidenten der Gesellschaft, den Fachbibliothekaren und den Herren: Prof. Dr. Cramer, Prof. Dr. Grubenmann, Prof. Dr. K. Keller, Ott, Prof. Dr. Rudio, Prof. Dr. Schröter, Prof. Dr. Weber und Prof. Dr. Werner.

Abwart: Hr. Koch-Schinz; gewählt 1882.

111

Vierteljahrsschrift

der

Naturforschenden Gesellschaft

in

Zürich.

Unter Mitwirkung der Herren

Prof. Dr. A. HEIM und Prof. Dr. A. LANG

herausgegeben

von

Dr. FERDINAND RUDIO.
Professor am Eidgenössischen Polytechnikum.

Dreiundvierzigster Jahrgang. 1898. Viertes Heft.

Ausgegeben am 15. Februar 1899.

Zürich,
in Kommission bei Fäsi & Beer.
1899.

Inhalt.

H. Wild. Ueber die Bestimmung der erdmagnetischen Inklination und ihrer Variationen 253

J. Erb. Ein Vorkommen von Fuchsit (Chrom-Glimmer) in den Schweizer-Alpen 276

H. Fischer-Sigwart. Biologische Beobachtungen an unsern Amphibien 279

C. F. Geiser. Zur Theorie der tripelorthogonalen Flächensysteme . 317

E. Bamberger und **M. Baum.** Ueber die Naphtalendiazooxyde $C_{10}H_6\langle{}^{N_2}_{O}\rangle$ 327

F. Rudio. Ueber die Principien der Variationsrechnung und die geodätischen Linien des n-dimensionalen Rotationsellipsoides . . 340

A. Werner. Sitzungsberichte von 1898 354

H. Schinz. Bibliotheksbericht von 1898 363

Verlag von J. F. Lehmann in München, Landwehrstr. 70.

Lehmann's medicinische Handatlanten

nebst kurz gefassten Lehrbüchern.

Bd I. Lehre vom **Geburtsakt** und der **operativen Geburtshilfe.** In 126 farbigen Abbild. von Dr. **O. Schäffer.** IV. Auflage. Geb. M. 5.—.

Bd. II. **Geburtshilfe.** II. Teil: **Anatomischer Atlas der geburtshilflichen Diagnostik und Therapie.** Mit 145 farbigen Abbildungen und 272 Seiten Text, von Dr. **O. Schäffer.** II. erweiterte Aufl. Geb. M. 10.—.

Bd. III. **Gynäkologie,** in 64 farbigen Tafeln von Dr. **O. Schäffer.** Geb. M. 10.—.

Bd. IV. **Die Krankheiten d. Mundes, d. Nase u. d. Nasenrachenraumes.** In 64 kolorierten Abbild. von Dr. med. **L. Grünwald.** Geb. M. 6.—.

Bd. V. **Atlas und Grundriss der Hautkrankheiten.** In 63 farbigen Tafeln. herausgeg. von Prof. Dr. **Mraček,** Wien. Preis geb. M. 14.—.

Bd. VI. **Atlas und Grundriss der Syphilis und der venerischen Krankheiten.** Mit 71 farb. Taf. Herausgeg. v. Prof. Dr. **Mraček,** Wien. Preis geb. M. 14.—.

Bd. VII. **Ophthalmoskopie und ophthalmoskopische Diagnostik.** Mit 120 farb. Abbild. von Prof. Dr. **O. Haab** in Zürich. II. Aufl. Geb. M. 10.—.

Bd. VIII. **Traumatische Frakturen und Luxationen.** Mit 200 farbigen Abbildungen. Von Prof. Dr. **Helferich** in Greifswald. IV. Auflage. Geb. M. 12.—.

Bd. IX. **Das gesunde und kranke Nervensystem** nebst Abriss der Anatomie, Pathologie und Therapie desselben. Von Dr. **Chr. Jakob.** Mit einer Vorrede von Prof. Dr. **A. von Strümpell.** Geb. M. 10.—.

Bd. X. **Bakteriologie und bakteriologische Diagnostik.** Mit 640 farbigen Abbildungen. Von Prof. Dr. **K. B. Lehmann** und Dr. **R. Neumann** in Würzburg. 2 Bde. Geb. M. 15.—.

Bd. XI. XII. **Pathologische Anatomie.** In 120 farbigen Tafeln. Von Prof. Dr. **Bollinger.** 2 Bde. Geb. à M. 12.—.

Bd. XIII. **Verbandlehre.** Von Prof. Dr. **A. Hoffa** in Würzburg. In 128 Tafeln. Geb. M. 7.—.

Bd. XIV. **Kehlkopfkrankheiten.** In 44 farbigen Tafeln. Von Dr. **L. Grünwald.** Geb. M. 8.—.

Bd. XV. **Interne Medicin und klin. Diagnostik.** In 68 farbigen Tafeln. Von Dr. **Chr. Jakob.** Geb. M. 10.—.

Bd. XVI. **Atlas und Grundriss der chirurgischen Operationslehre.** Von Docent Dr. **O. Zuckerkandl** in Wien. Mit 24 farb. Taf. u. 217 Text-Abbildungen. Preis eleg. geb. M. 10.—.

Bd. XVII. **Atlas der gerichtlichen Medicin** v. Hofrat Prof. Dr. **E. v. Hofmann** in Wien. Mit 56 farbigen Tafeln und 193 Text-Abbildungen. Preis eleg. geb. M. 15.—.

Bd. XVIII. **Atlas und Grundriss der äusseren Krankheiten des Auges.** In 80 farbigen Tafeln nach Original-Aquarellen des Malers Johann Fink von Prof. Dr. **O. Haab** in Zürich. Preis eleg. geb. M. 10.—.

Die „Vierteljahrsschrift" der naturforschenden Gesellschaft in Zürich — in Kommission bei Fäsi & Beer — kann durch jede Buchhandlung bezogen werden. Bisher erschienen Jahrgang 1—42 (1856—1897) als Fortsetzung der in 4 Bänden (1847—1855) veröffentlichten „Mitteilungen" der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Vom 42. Jahrgange an beträgt der Preis der Vierteljahrsschrift 8 Fr. jährlich. Ältere Jahrgänge sind, soweit noch vorhanden, zu reduzierten Preisen (circa 4 Fr.) erhältlich. Der 41. Jahrgang — Festschrift der naturforschenden Gesellschaft zur Feier ihres 150jährigen Bestehens — kostet 20 Fr. Er besteht aus der Geschichte der Gesellschaft (274 Seiten und 6 Tafeln), aus 35 wissenschaftlichen Abhandlungen (598 Seiten und 14 Tafeln) und einem Supplement (66 Seiten).

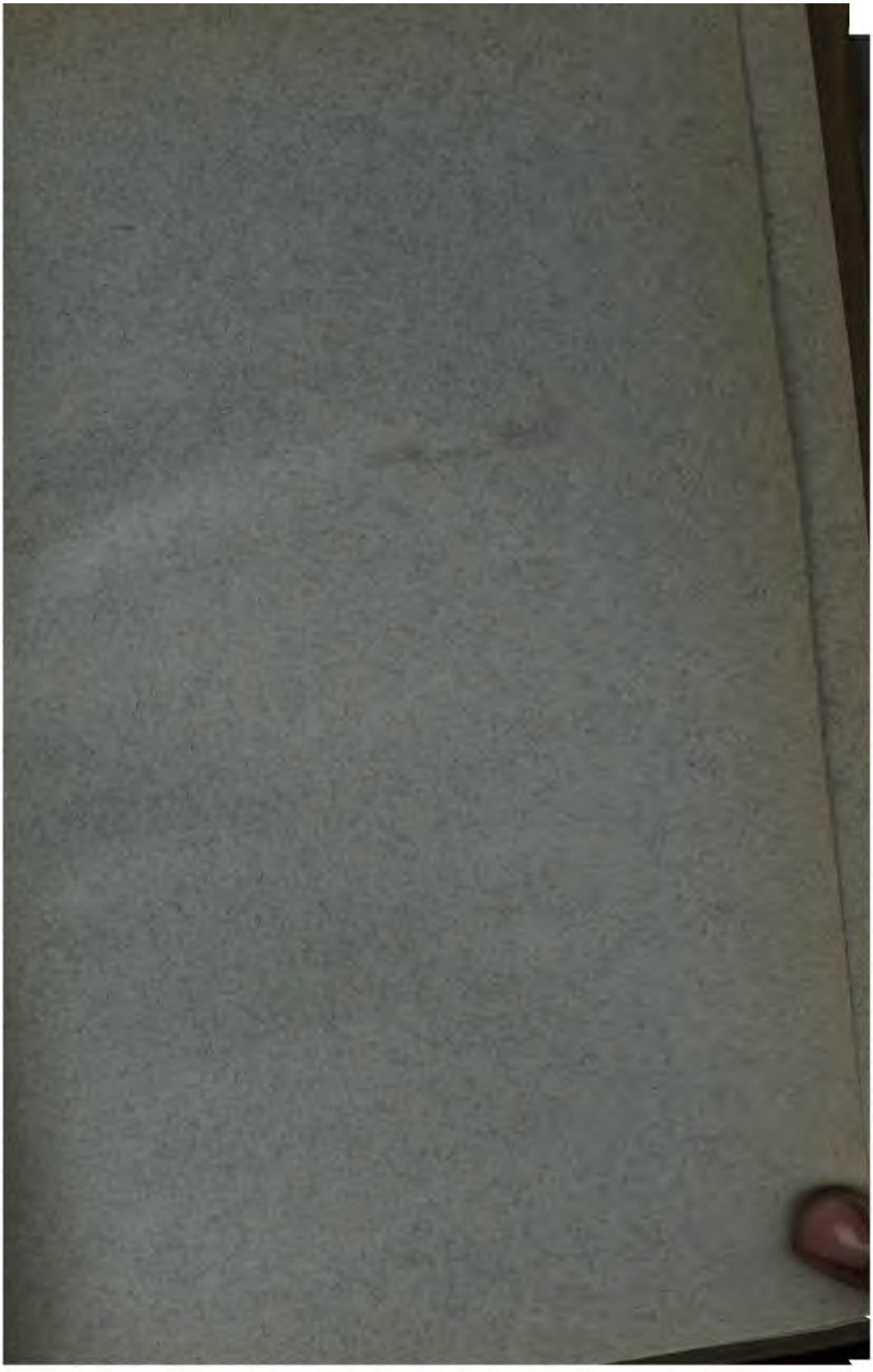
Die seit 1799 in ununterbrochener Folge von der Gesellschaft herausgegebenen „Neujahrsblätter" sind ebenfalls durch die Buchhandlung Fäsi & Beer zu beziehen.

Seit 1865 sind erschienen:

G. Asper: Wenig bekannte Gesellschaften kleiner Tiere. 1881. R. Billwiller: Kepler als Reformator der Astronomie. 1878. Die meteorologische Station auf dem Säntis. 1888. C. Cramer: Bau und Wachstum des Getreidehalmes. 1889. A. Escher v. d. Linth und A. Bürkli: Die Wasserverhältnisse der Stadt Zürich und ihrer Umgebung. 1871. A. Forel: Die Nester der Ameisen. 1893. H. Fritz: Aus der kosmischen Physik. 1875. Die Sonne. 1885. E. Gräffe: Reisen im Innern der Insel Viti Levu. 1868. U. Grubenmann: Ueber die Rutilnadeln einschliessenden Bergkrystalle vom Piz Aul im Bündneroberland. 1899. C. Hartwich: Das Opium als Genussmittel. 1898. O. Heer: Die Pflanzen der Pfahlbauten. 1866. Flachs und Flachskultur. 1872. A. Heim: Einiges über die Verwitterungsformen der Berge. 1874. Ueber Bergstürze. 1882. Geschichte des Zürichsees. 1891. Die Gletscherlawine an der Altels am 11. September 1895 (unter Mitwirkung von L. Du Pasquier und F. A. Forel). 1896. J. Jäggi: Die Wassernuss und der Tribulus der Alten. 1884. Die Blutbuche zu Buch am Irchel. 1894. C. Keller: Über Farbenschutz in der Tierwelt. 1879. A. Lang: Geschichte der Mammutfunde (mit Bericht über den Fund in Niederweningen). 1892. A. Menzel: Zur Geschichte der Biene und ihrer Zucht. 1865. Die Biene. 1869. C. Moesch: Geologische Beschreibung der Umgebungen von Brugg. 1867. Wohin und warum ziehen unsere Vögel. 1877. Der japanische Riesensalamander und der fossile Salamander von Oeningen. 1887. J. Pernet: Hermann v. Helmholtz. 1895. F. Rudio: Zum hundertsten Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft. 1898. E. Schär: Das Zuckerrohr. 1890. G. Schoch: Ein Tropfen Wasser. 1870. Die Technik der künstlichen Fischzucht. Tabelle zur leichten Bestimmung der Fische der Schweiz. Fischfauna des Kantons Zürich. 1880. C. Schröter: Die Flora der Eiszeit. 1883. Der Bambus. 1886. Die Schwebeflora unserer Seen (das Phytoplankton). 1897. A. Weilenmann: Über die Luftströmungen, insbesondere die Stürme Europas. 1876. R. Wolf: Joh. Feer, Beitrag zur Geschichte der Schweizerkarten. 1873.

Zur Beachtung.

Die Bibliothek ist täglich — mit Ausnahme von Sonn- und Festtagen — geöffnet von 9—12 Uhr und ½2—5 Uhr (im Winter bis zum Eintritt der Dunkelheit).



THE UNIVERSITY OF MICHIGAN

DATE DUE

APR 23 1992

JAN 13 1992